

Adrian Kampa, Ryszard Knosala

Institut für Maschinenbau
Schlesische Technische Universität, Gliwice, Polen

EINSATZ WISSENSBASIERTER PLANUNGSSYSTEME IN EINER FLEXIBLEN PRODUKTIONSZELLE

Kurzfassung. In dieser Arbeit wurde eine Möglichkeit der Anwendung eines wissensbasierten Systems, zur Unterstützung des Dispatchers bei der Produktionsteuerung mit Hilfe von Prioritätsregeln in einer flexiblen Produktionszelle, vorgestellt. Das wissensbasierte System ist in Anlehnung an ein MAS-Skelettexpertensystem, aufgebaut. Für die Eingabe von Kenntnissen wurden Entscheidungs- und Bezugsdatenbanken verwendet. Vorgestellt wird eine Entscheidungstafel. Beschrieben wird ein Verfahren der Produktionssteuerung mit Hilfe von Prioritätsregeln.

1. Einführung

In den letzten Jahren finden die flexiblen Produktionszellen immer breitere praktische Anwendung. Sie erlauben eine große Produktionsleistung und eine schnelle Umrüstung der Produktion. Da die flexiblen Produktionszellen sehr kostspielige Investitionen sind, und es soll eine gewinnbringende Investition sein, muß die Arbeit der Zelle so ausgelegt sein, daß eine maximale Produktionsleistung (maximaler Gewinn oder minimale Verluste) gewährleistet wird. Aus diesem Grund wird die Produktionssteuerung in flexiblen Zellen große Bedeutung beigemessen.

Als Untersuchungsobjekt wurde eine flexible Zelle, die aus zwei numerisch gesteuerte Drehbänken und einem sie bedienenden Roboter sowie zusätzliche Einrichtungen, zusammengesetzt ist.

2. Voraussetzungen

Angenommen wurde, daß in einer flexiblen Zelle Elemente eines Typs produziert werden, die in der Form und in den Massen ähnlich sind. Die produzierten Elemente werden in zwei

Arbeitsgängen hergestellt. Die Werkzeugmaschinen arbeiten sequenzweise, d.h. die erste Werkzeugmaschine führt die grobe Bearbeitung im ersten Arbeitsgang und die zweite -die formgebende und die abschließende Bearbeitung im zweiten Arbeitsgang, aus. Dies ist das n/2/F-System. Die Aufgabenmenge ist definiert.

Für die Ausarbeitung des wissensbasierten Systems verwenden wir das MAS-Skelettsystem für Windows [2]. Das MAS-System ist an Rahmen angelehnt, die in Listenform eingegeben werden. Der Rahmen ist eine besondere Art der Datenstruktur, die eine gleichzeitige Dateneingabe und Umformprozeduren oder das Generieren dieser Daten, erlaubt. MAS benutzt typische mathematische Funktionen (die innere Programmiersprache FDL) und besitzt Lösungen, die eine leichte Nutzung der Entscheidungstabellen und Relationdatenbank erlauben.

3. Funktionsziel des wissensbasierten Systems

Aufgabe des wissensbasierten Systems ist eine Unterstützung des Dispatchers der flexiblen Produktionszelle, im Bereich der kurzfristigen Programmsteuerung, auch als Dispatchersteuerung bezeichnet. Die Grundfunktion einer Zellensteuerung ist die Festlegung der Ausführungsreihenfolge von Produktionsaufgaben. Eine flexible Zelle ist ein insofern kompliziertes System, daß Störungen der Zellenarbeit, die eine Änderung des Produktionsplanes oder des Zeitdiagramms, sehr wahrscheinlich sind. Für die Reihenfolgebestimmung der Produktionsaufgaben werden Prioritätsregeln angewendet. Da in der Literatur schon über 100 Prioritätsregeln bekannt sind, die verschiedene Effektivitäten aufweisen [7], ist die Wahl entsprechender Prioritätsregeln, die die gestellten Ziele erfüllen, sehr wichtig. Die Aufgabe des wissensbasierten Systems ist die Hilfe bei der Festlegung der Anfangsbedingungen und des Zielkriteriums, dann die Wahl der Prioritätsregel und die Berechnung des Zeitdiagramms der Zellenproduktion.

4. Produktionssteuerung mit Hilfe der Prioritätsregel

Es gibt viele Verfahren zum Ordnen der Reihenfolge von Aufgaben, z.B. das mathematische Programmieren, Simulation u.a.m. Aus Gründen des geringeren Berechnungsaufwands wurden Verfahren angewendet die heuristische Entscheidungsregeln verwenden, die Prioritätsregeln genannt werden und in bestimmten Voraussetzungen, optimale Resultate ergeben.

Eine Prioritätsregel ist eine Funktion die jeder Operation, die auf ihre Ausführung vor dem untersuchten Arbeitsplatz wartet, einen Wert zuordnet, der Prioritätskennwert genannt wird und die eine Operation mit dem minimalen oder maximalen Kennwert aussondert, das bedeutet, daß diese Operation in der ersten Reihenfolge ausgeführt werden soll [7].

Der Prioritätskennwert ist eine numerische Eigenschaft jeder Operation, die vor dem

Arbeitsplatz auf ihre Ausführung wartet. Im allgemeinen Fall ist dieser Kennwert eine Funktion eines oder mehrerer Parametern, die die Aufgaben oder ihren Zustand während des Ausführens im Produktiosprozess, beschreiben

Die Prioritätsregeln können wie folgt aufgeteilt werden:

- einfache - die einen Parameter benutzen,
- zusammengesetzte - die die Funktionen mehrerer Parameter nutzen,
- kombinierte - die ausser den Parametern noch Bedingungen enthalten die entscheiden, welches Glied der Regel funktionieren wird oder wann diese Regel angewendet werden soll,
- heuristische - die einfache oder zusammengesetzte Prioritätsregeln oder bestimmte Erfahrungsregeln aus der Planung nutzen.

Beispiele einfacher Prioritätsregeln:

- FIFO (first input-first output),
- minimale Reservezeit der Aufgabenausführung,
- minimale Ausführungszeit,
- maximale Ausführungszeit,
- minimal Leistung.

S.M.Johnson gab für das $n/2/F/F_{\max}$ -System einen Algorithmus zum Ordnen von Aufgaben an, der an die Regel der kleinsten Operationszeit angelehnt ist und bewies die Optimalität dieser Lösung [4].

Johnsons Algorithmus ist folgender:

1. Den kleinsten Wert von $\{a_i, b_i\}$ bestimmen,

$$\min(a_i, b_i) \quad i, j = 1 \dots n$$

wobei:

a_i - Ausführungszeit der ersten Operation der i -ten Aufgabe ,
auf der ersten Maschine,

a_j - Ausführungszeit der zweiten Operation der i -ten Aufgabe
auf der zweiten Maschine.

Im Fall der Gleichheit beider Ausführungszeiten ist willkürlich zu wählen.

2. Wenn im Schritt 1 a_i erhalten wurde, dann ist die erste Aufgabe $(1) = i$, wenn b_j erhalten

wurde, ist die letzte Aufgabe $(n) = j$.

- Die Schritte 1 und 2 wiederholen bis alle Aufgaben erledigt sind. Nach jeder Wiederholung der Schritte 1 und 2, verringert sich die Zahl der Aufgaben um 1.

5. Aufbau und Funktion des wissensbasierten Systems

Das wissensbasierte System ist aus zwei Teilen zusammengesetzt. Das erste Modul hat die Aufgabe den Dispatcher bei der Wahl des Zielkriteriums und der Prioritätsregel, zu unterstützen.

Bei der Eingabe der Schlußfolgerungsregel in das wissensbasierte System wurde eine Entscheidungstafel verwendet, die in der Datenbank aufgezeichnet ist und die die Abrufe zu den entsprechenden Rahmen in der Quellendatei enthält. Das ganze Modul enthält die Konfigurationsdatei des Datenbank, die physische Datendatai und die Quellendatei mit einer Rahmenbeschreibung.

Nachstehend ein Beispiel einer Entscheidungstafel die zur Wahl des Kriteriums der Reihenfolgeordnung einer Aufgabe, dient (Tabelle 1.).

Die Entscheidungstafel enthält eine Kurzbeschreibung der Bedingungen und der Schlußfolgerungen, deren genauer Inhalt sich in der Quellendatei, in den entsprechenden Rubriken Cn und Dn, befindet.

Die Bedingung C kann wahr "Y" oder falsch "N" sein. Die Regeln werden nacheinander von R1 bis R5 geprüft. Ein "Y" in der Kolonne bedeutet, daß ein Erfüllen der Bedingung erwartet wird, ein "N" dagegen - daß eine falsche Bedingung erwartet wird. Wenn ein Fragezeichen "?" oder ein anderes Zeichen oder eine leeres Feld auftritt, wird diese Bedingung übergangen.

Angewendet wurde die erste Regel, für welche alle Bedingungen erfüllt sind und die nacheinander realisiert werden wenn in der entsprechenden Zeile ein X auftritt.

Das zweite Modul des wissensbasierten Systems dient zum Erstellen eines Zeitdiagramms für die Arbeit eines flexiblen Produktionszelle. Die nötigen Daten befinden sich in der Bezugsdatenbank, die aus der Produktionsdatenbank, die Produktionsaufgaben enthält und der technologischen Datenbank, die Daten über die Operationen und Arbeitsplätze enthält, zusammengesetzt ist.

Tabelle 1.

Nr	Bedingungen	R1	R2	R3	R4	R5
C1	Sind die Arbeitsfristen bestimmt	Y	N	?	?	Y
C2	Treten verspätete Aufgaben auf	Y	N	?	Y	Y
C3	Sind die Arbeitsplatzlager überfüllt	?	Y	?	?	Y
C4	Treten zu große Stillstände der Werkzeugmaschinen auf	?	?	Y	?	Y
C5	Treten Aufgaben mit verschiedenen Prioritäten auf	N	?	?	Y	Y
D1	Schlußfolgerungen					
D2	Min. Verspätungen der ausgeführten Aufgaben	X				
D3	Min. Wartezeit		X			
D4	Max. Arbeitsstättenbelastung			X		
D5	Min. Ausführzeit für alle Aufgaben		X			
D6	Prioritätsaufgaben bestimmen				X	
D7	Prioritätsvergrößerung der verspäteten Aufgabe				X	
D8	Fehler					X

Die Produktionsdaten sind:

NZL - Aufgabennummer,

ASR - Identifikator der Aufgabe,

NOP - Nummer der Operation,

IST - Größe der Serie,

RSE - Serienart; P-die erste, K-die laufende, E-die letzte,

DTE - der geforderte Beendungstermin,

DTW - der Aufgabeneingangstermin,

PRT - die Aufgabenpriorität.

Die Technologische Daten umfassen:

ASR - den Identifikator des Sortiments (des bearbeiteten Gegenstandes),

NOP - die Operationsnummer,

TWO - die Ausführungszeit des POTs (Programms) der Werkzeugmaschine,

TWR - die Ausführungszeit des POTs des Roboters,

TPZ1- die Vorbereitungszeit/Beendungszeit (ohne Umrüstung),

TPZ2- die Umrüstungszeit der Werkzeugmaschine,
TPZ3- die Abrüstungszeit der Werkzeugmaschine,
OSN - Werkzeugmaschinenbezeichnung OS1,OS2.

In Anlehnung an die eingangs gewählte Regel wird der entsprechende Algorithmus des Ordners der folgenden Aufgabe realisiert. Für einfache Regeln kann die Operationsreihenfolge einleitend, durch eine entsprechende Zusammenstellung der Indexe, bestimmt werden. Dies ist eine recht heikle Tätigkeit bei häufiger Anwendung. Für eine volle Automatisierung der Verarbeitung wird der Ordnungsalgorithmus in der Programmiersprache FDL des MAS-Systems eingegeben. Die erhaltenen Ergebnisse können, durch Benutzung der DDE-Funktion in der Windowsumgebung, für andere Verwendungen, übertragen werden, z.B. für ein Kalkulationsblatt und können graphisch vorgestellt werden.

Als Ergebnis der Systemtätigkeit erhalten wir:

- ein Zeitdiagramm der flexiblen Produktionstätigkeit in Tabellenform oder als Diagramm,
- einen Belastungskennwert der Arbeitsplätze,
- eine Warnung bei Terminübertretung.

Literatur

- [1] Bubnicki Z.: Grundlagen der informatischen Verwaltungssysteme (in Polnisch). WPW, Wroclaw 1993.
- [2] Cholewa W.: MAS-Skelettexpertensystem. Benutzerdokumentation (in Polnisch). Schlesische Technische Universität, Gliwice 1993.
- [3] Cholewa W., Pedrycz W.: Wissensbasierte Systeme (in Polnisch). Skript der Schlesischen Technischen Universität, Nr.1447. Gliwice 1987.
- [4] Grudzewski W.(Red): Operationsprüfung in der Organisation und Verwaltung (in Polnisch). PWN, Warszawa 1985.
- [5] Lis S., Santarek K.,Strzelczak S.: Organization von flexiblen Produktionssystemen (in Polnisch). PWN, Warszawa 1994.
- [6] Nebendahl D.: Expertensysteme. Siemens Aktiengesellschaft, Berlin 1990.
- [7] Wróblewski K.J.: Grundlagen der Produktionsflußsteuerung (in Polnisch). WNT, Warszawa 1993.
- [8] Wróblewski K.J.: Prioritätsregeln in der Produktionsflußsteuerung (in Polnisch). WNT, Warszawa 1984.

Gutachter: Jan Wójcikowski