

Industriële Systeme- Teil II

Citation for published version (APA):

Rooda, J. E. (1993). Industriële Systeme- Teil II. *Fördern und Heben*, 43(3), 128-131.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1993

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Industrielle Systeme – Teil II

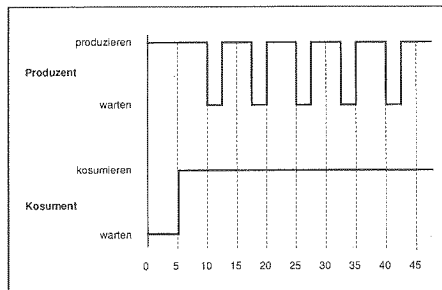
JACOBUS EELKMAN ROODA

Im vorliegenden Teil II der Serie „Industrielle Systeme“ wird die Methode des Prozeßkalküls (Prozeßrechnung) an zwei Beispielen verdeutlicht. Das erste Beispiel, ein Zwei-Maschinen-System, beschreibt so das Verhalten von Prozessen. Am Modell eines fördertechnischen Umsetzers wird u. a. das Geräteverhalten untersucht. Teil III, in F + H 4/93, zeigt dann, wie sich mit Hilfe des Prozeßkalküls ein Abschnitt einer Fabrik modellieren läßt.

Zur Unterstützung der Prozeßkalküls wurden im Laufe der Jahre verschiedene Werkzeuge – Computerprogramme – entwickelt. Zur Zeit wird an der vierten Generation gearbeitet. Dieses Computerprogramm, der Prozeßkalkulator, macht von einer völlig neuen Beschreibungsweise des Verhaltens paralleler Prozesse Gebrauch. Außerdem erlaubt dieser Prozeßkalkulator, stetige Beschreibungen in das Modell aufzunehmen. Er versetzt den Benutzer somit in die Lage, hybride Simulationsmodelle aufzustellen. Hiernit lassen sich diese Modelle auf ihr dynamisches Verhalten untersuchen. Im vorliegenden Teil II und im Teil III in Fördern und Heben 4/93 wird diese neue Notation angewendet.

Der Prozeßkalkulator ist mit einem Simulator ausgestattet, der Experimente durchführen kann. Es sind ferner Hilfsmittel vorhanden, mit denen sich Informationen aus dem Modell gewinnen lassen. Im Prozeßkalkulator befindet sich neben den Spezifizierungseinrichtungen und den Simulationsmöglichkeiten ein „Real-Time Kern“. Dieser „Kern“ sorgt dafür, daß das Modell auch in einer Echtzeit-Umgebung funktioniert. Über externe Ports wird das Modell mit der Wirklichkeit verbunden. Für einen Übergang vom Modell einer simulierten Umgebung in eine „Echtzeit“-Umgebung brauchen nur die „Treiber“ für diese spezifische „Echtzeit“-Anlage angepaßt zu werden. Die präzise Definition des Prozeßkalküls wird hier nicht näher beschrieben.

Prof. Dr. ir. J.E. Rooda ist Inhaber des Lehrstuhls Produktionsautomatisierung der Fakultät Maschinenbau an der Technischen Universität Eindhoven, Niederlande



1: Zustände der Prozessoren als Funktion der Zeit

Beispiele

Zwei Maschinen-System

Es wird ein Modell eines Systems mit zwei Maschinen aufgestellt. Dieses Modell hat den Zweck zu illustrieren, wie sich mit dem Prozeßkalkül das gleichzeitige Verhalten von Prozessen beschreiben läßt. Jede Maschine kann als ein Prozessor verstanden werden. Die eine Maschine, der Produzent erzeugt Schachteln, die von der anderen (dem Konsumenten) gebraucht werden. Im Prinzip arbeiten beide Maschinen gleichzeitig. Der Produzent ist 5 s lang damit beschäftigt, eine Schachtel herzustellen. Die fertige Schachtel wird dann zum Konsumenten befördert. Anschließend wird die nächste Schachtel hergestellt usw. Der Konsument empfängt die Schachtel und verarbeitet sie; dies dauert 7,5 s. Danach wird angenommen, daß diese Schachtel nicht mehr benötigt wird. Dann versucht der Konsument, die nächste Schachtel zu empfangen und diese zu verarbeiten usw.

Mit dem Prozeßkalkül wird nun ein Modell dieses Systems aufgestellt. Jede Maschine wird mit Hilfe eines (Blatt-)Prozessor dargestellt. Diese Prozessoren werden über einen Kanal miteinander verbunden. Dieser Kanal gibt an, daß man, Objekte (Schachteln) von dem einen zu dem anderen Prozessor versenden kann.

Dieses Modell verhält sich so, daß der Produzent in 5 s die erste Schachtel herstellt. Während dieser 5 s muß der Konsument warten. Danach sendet der Produzent diese Schachtel ab, und zum gleichen Zeitpunkt empfängt der Konsument die Schachtel. Der Produzent stellt nun die zweite Schachtel her, und der Konsument verarbeitet die erste. Nach wiederum 5 s versucht der Produzent, die zweite Schachtel zu versenden. Dies gelingt nicht, denn der Konsument ist nicht bereit, die Schachtel zu empfangen; er ist noch mit einer anderen Handhabung beschäftigt. Erst

2,5 s später hat der Konsument die erste Schachtel verarbeitet. Zu diesem Zeitpunkt kann der Produzent die zweite Schachtel an den Konsumenten versenden. Die Zustände der beiden Prozessoren sind als Funktion der Zeit graphisch in (Bild 1) wiedergegeben.

Formlose Prozeßbeschreibungen haben den Nachteil, daß die Bedeutung der Beschreibung manchmal nicht ganz eindeutig ist, so daß Mißverständnisse bei der Interpretation entstehen können. Außerdem ist eine solche Beschreibung nicht geeignet für die Verarbeitung in Computern. Zur Vermeidung dieser Nachteile wird eine Formelbeschreibung verwendet, deren Bedeutung eindeutig festliegt und bei der die Grammatikregeln vorgeschrieben sind. Zur Zeit wird die Computer-Sprache Smalltalk-80 verwendet, ergänzt durch Sprachelemente, die die richtigen Abstraktionen zur Vereinfachung der Beschreibung industrieller Systeme bieten.

Umsetzer

Es wird ein Modell eines Umsetzers aufgestellt. Der Zweck dieses Modells besteht darin, das Verhalten eines Umsetzers zu untersuchen und ihn zu steuern. Ein Umsetzer ist eine mechanische Vorrichtung mit der dazugehörigen Steuerung, die der Beförderung von Produkten dient. In diesem Beispiel wird ein (existierender) pneumatischer Umsetzer beschrieben. Der Antrieb ist mit Druckluftzylindern ausgeführt. Die Steuerung übernimmt ein Computer.

Die Umsetzfunktion besteht aus drei Teilfunktionen. Die erste sorgt dafür, daß das Produkt erfaßt und angehoben wird. Die mechanische Konstruktion ist so ausgeführt, daß das Erfassen und Aufheben in einer Funktion vereint sind. Die zweite Teilfunktion bewirkt den linearen Transport des Produkts, die dritte die Drehbewegung, durch die das Produkt in eine andere Position gebracht wird. Die Handhabungsoperationen Erfassen, Translation und Rotation werden im Modell von drei Prozessoren (Greifer, Strecker und Dreher) ausgeführt. Die Steuerung übernimmt der Prozessor „Umsetzer Steuerung“.

Jede Funktion wird von einem Druckluftzylinder ausgeführt. Ein Zylinder kann zwei Endstellungen einnehmen, die erkannt werden. Die eine Stellung wird erreicht nach einem „Schiebeheraus“-Auftrag, die andere durch einen „Ziehein“-Auftrag. Eine Bewegung wird vollständig ausgeführt, ehe der nächste Auftrag ausge-

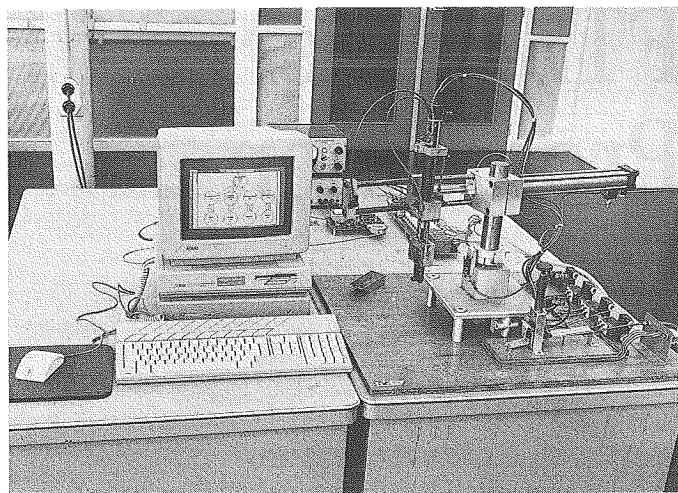
führt wird. Bei dieser Steuerung gibt es keine gleichzeitigen Vorgänge. Die Steuerung kann, abgesehen von der Initialisierung, formal beschrieben werden.

Ein Prozessor des Greifers beschreibt die Steuerung des Greifers, während der andere den physischen Greifer selbst beschreibt. Der Greifer besteht aus einer Greifersteuerung, die durch den (Blatt-) Prozessor Greifersteuerung wiedergegeben wird, und dem physischen Greifer, der durch den (Blatt-)Prozessor Physischer-Greifer wiedergegeben wird. Hier wird davon ausgegangen, daß der Physische-Greifer aus einem doppelwirkenden Zylinder besteht, der mit einem elektrisch betätigten 1/2-Ventil mit Federrücklauf ausgeführt ist. Die Endstellungen werden von zwei Endstellungsmeldern erkannt. Die Zeit zum Herausziehen oder Einschieben des Zylinders beträgt 1,5 bzw. 1,0 s. Es sind verschiedene Beschreibungen des physischen Greifers möglich. Eine Möglichkeit besteht darin, den Zylinder bei jedem Auftrag zu bewegen, ungeachtet seiner jeweiligen Stellung. Diese Lösung hat aber den Nachteil, daß die Steuerung nicht weiß, in welcher Stellung sich der Zylinder befindet. Eine andere Möglichkeit ist die, explizit die neue Stellung des Zylinders anzugeben. Diese Lösung hat den Vorteil, daß die Steuerung zunächst den Zylinder in die richtige Stellung bringen kann.

```
Processor Greifersteuerung loop
| befehl |
befehl = in receive.
befehl = 'schiebeHeraus'
if True:
[greifer send: 'schiebeHeraus'.
herausgeschoben receive].
befehl = 'zieheEin'
if True:
[greifer send: 'zieheEin'.
eingezogen receive].
fertig send
```

Die Greifersteuerung erhält von der Umsetzersteuerung einen „Schiebeheraus“- oder einen „Ziehein“-Auftrag über den entsprechenden Eingangsport. Wenn es sich um einen „Schiebeheraus“- („Ziehein“-) Befehl handelt, setzt die Greifersteuerung den Physischen Greifer in Bewegung. Wenn der Physische Greifer seine Handhabungsaufgabe ausgeführt hat, mel-

2: Der Computer übernimmt die Steuerung des Umsetzers und der einzelnen Zylinder



det die Greifersteuerung der Umsetzersteuerung, daß der Vorgang stattgefunden hat.

Der folgende Schritt besteht nun darin, dieses spezifizierte und auf seine Wirkungsweise geprüfte Modell unmittelbar für die Steuerung des physischen Umsetzers anzuwenden: Das System geht in die Realisierungsphase über. Zu diesem Zweck werden die Kanäle abgekoppelt. Physischer Greifer, Physischer Strecker und Physischer Dreher werden aus dem Modell entfernt und die Kanäle mit externen Ports verbunden. Bild 2 zeigt das Endergebnis. Der Computer, der die Steuerung des Umsetzers übernimmt, enthält die (zentrale) Steuerung sowie die Steuerungen der einzelnen Zylinder. Die Kanäle zwischen diesen Steuerungen und den physischen Zylindern sind mit externen Ports, „Treibern“ und einem dazugehörigen „Eingabe/Ausgabe“-System ausgeführt. Das System ist gebrauchsfertig.

Zusammenfassung

Die gezeigte Vorgehensweise macht deutlich, daß mit dem Instrument Prozeßkalkül in einem Modell sowohl bearbeitungstechnologische als auch (Maschinen-) steuerungstechnologische Aspekte untersucht werden können. Außerdem wird gezeigt, daß die Prozeßrechnung in den einzelnen Lebensphasen eines industriellen Systems nur ein einziges Modell verwendet. Gezeigt wird auch, daß die Validierung und Imple-

mentierung in einer Echtzeit-Umgebung, wenn einmal eine Spezifikation des Systems aufgestellt worden ist, regelrecht verläuft.

Die Prozeßrechnung kann für das Spezifizieren, Validieren und Implementieren bei denjenigen Systemen angewendet werden, bei denen sowohl ein „discrete-event“-Verhalten als auch ein stetiges Verhalten vorliegt. **(wird fortgesetzt)**

Bildnachweis: Verfasser

Literaturhinweise

Goldberg, A., Robson, D.: *Smalltalk-80, the language, Addison-Wesley, Reading, MA, USA*
 Rem, M.: *Concurrent computations on VLSI Circuits. In: Broy M., (ed.) Control flow and data flow: concepts of distributed programming (1985) S. 399-437, Springer Verlag, Berlin*
 Rem, M.: *Synopsis Parallel programming (preliminary version), Mitschrift einer Vorlesung, 1991, Technische Universität Eindhoven*
 Rooda, J.E.: *Transport- und Produktionssysteme. Fördern und Heben 32 (1992) Nr. 8, S. 597-600*
 Rooda, J.E.: *De kunst van het automatiseren, Antrittsvorlesung, 1987, Technische Universität Eindhoven*
 Rooda J.E.: *1992, Industrielle Systeme - Teil I. Fördern und Heben 43 (1993) Nr. 1-2, S. 63-66*
 Rooda, J.E., Arends N.W.A.: *Gedachten over een nieuwe notatie voor de procescalculi, Forschungsnotiz, 1992, Technische Universität Eindhoven*
 Rooij, H.W.A.M. van: *Machinebesturingen, Mitschrift einer Vorlesung 1989, Technische Universität Eindhoven*

Lagerverwaltungs Software

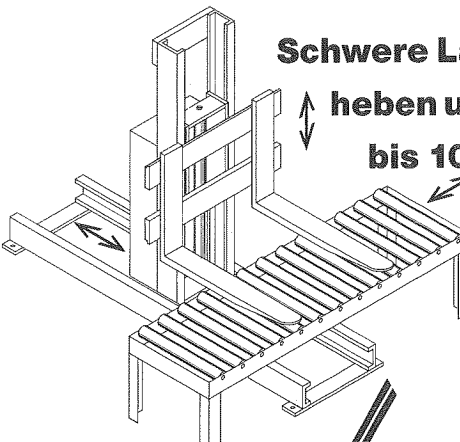
- * Freiplatzverwaltung
- * ABC-Einlagerung
- * Zulagern
- * FIFO
- * History
- * Mindestbestand
- * Ladenhüter, mehrplatzfähig



Komplett PC, Drucker und Einweisung ab 18.500,-

Demodiskette anfordern

Tel. 08141/91148 Fax 91199
 CIM GmbH 8080 FFB Leonhardplatz 8



Schwere Lasten heben und verfahren bis 10 000 kg

WINKEL GMBH
 Am Illinger Eck 7
 W-7132 Illingen
 Telefon (070 42) 29 87
 Telefax (070 42) 2 38 88