

Komponentenbasierte und verteilte Modelle zur personalbezogenen Fertigungsplanung auf der Basis von HLA im WWW

Ina Ehrhardt/ Thomas Schulze/ Steffen Straßburger

Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Fakultät für Informatik

39106 Magdeburg, Universitätsplatz 2

{ ina, tom, strassbu }@isg.cs.uni-magdeburg.de

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt ein Konzept vor, welches im Bereich der betrieblichen Fertigungsplanung und -steuerung durch verteilte Planungs- und Simulationskomponenten neue Möglichkeiten für die Berücksichtigung von Erkenntnissen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes (AGS) eröffnet. Die jeweiligen Komponenten werden entsprechend den Zielstellungen nach dem Kompositionsprinzip zusammengestellt. Zur informationstechnischen Umsetzung wird die High Level Architecture (HLA) verwendet. Die Vorteile der Nutzung verteilter komponentenbasierter Planungs- und Simulationstechniken ergeben sich aus der Ortsunabhängigkeit und Intranetfähigkeit der Einzelkomponenten, der Zusammenstellung (Komposition) der Planungs- und Simulationskomponenten in unterschiedlichem Kontext, der Austauschbarkeit verschiedenartiger Komponenten zur Abbildung und Disposition des Personals aufgrund identischer Objektmodelle, der Unabhängigkeit der Datenbank-Komponenten von konkreten Datenbankmanagementsystemen (DBMS), sowie der Nutzbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Komponenten in anderen HLA-basierten Systemen. Mit dem Ziel einer aktiven Beteiligung des Personals an der wirtschaftlichen, sicheren und persönlichkeitsförderlichen Gestaltung von Arbeitsabläufen werden hierzu Komponenten zur Personaldisposition unter Gefährdungs- und Belastungsaspekten bereitgestellt.

1 Motivation

Simulationsverfahren sind anerkannte Hilfsmittel bei der Planung und Steuerung von Fertigungsprozessen. Sie dienen dabei u.a. als Entscheidungshilfsmittel bei der Gestaltung, Bewertung und Steuerung von Produktionsabläufen. Zielgrößen bei der Modellierung sind dabei primär die Effektivität und Wirtschaftlichkeit der zu simulierenden Systeme. In Abhängigkeit vom zeitlichen Horizont und den verfügbaren Informationen werden zur Bestimmung der Werte für die Zielgrößen unterschiedliche Detaillierungsgrade in der Modellierung der beteiligten Systemkomponenten Technik, Organisation und Personal verwendet. Häufig stoßen Methoden und Modelle zur personalintegrierten und personalorientierten Planung (vgl. [2],[3]) in der betrieblichen Umsetzung an Grenzen. Diese Grenzen ergeben sich aus Problemen bei der Durchsetzung einer effizienten Nutzung des prinzipiell zur Verfügung stehenden Wissens zu personalbezogenen Fragestellungen in der betrieblichen Fertigungsplanung und -steuerung. Exemplarisch werden folgende Restriktionen aufgeführt:

- Planungsrelevantes personalbezogenes Wissen ist auf heterogene Quellen verteilt. Dadurch ergibt sich ein erschwerter Überblick und Zugang zu den erforderlichen Informationen.
- Der Informationsaustausch zwischen den verschiedenen innerbetrieblichen Verantwortungsbereichen, wie z.B. für Planung, Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin, ist häufig unzureichend.
- Die Aufbereitung der AGS-Informationen für differenzierte inner- und außerbetriebliche Nutzergruppen erfolgt häufig nicht adäquat und/oder ist insgesamt mangelhaft.
- Die beteiligten Partner in den Verantwortungsbereichen sind räumlich entfernt.
- Die eingesetzten Tools zur Planung, Simulation, Gefährdungsbeurteilung und Datenverwaltung sind heterogen, unabhängig und nicht interoperabel.

Zur Überwindung der Mängel existierender Tools wird ein komponentenbasierter Architekturansatz verwendet. Die beteiligten Komponenten werden entsprechend der Zielstellungen nach dem Kompositionsprinzip (vgl.[5]) zusammengestellt. Auf der Basis dieses Architekturansatzes bleiben die beteiligten Komponenten heterogen bzgl. ihrer Hard- und Software sowie des Ortes ihrer physischen Präsenz. Anwendungsziele dieses Ansatzes sind einerseits die Einbeziehung von Informationen verschiedener betrieblicher Teilbereiche in die Planung und Steuerung von Fertigungsprozessen und andererseits die Bereitstellung flexibler Komponenten, die je nach Bedarf in verschiedenen betrieblichen Entscheidungsprozessen als Hilfsmittel einsetzbar sind.

2 Architektur

Das entwickelte Konzept basiert auf der Nutzung von Methoden der High Level Architecture (HLA) [4]. Diese Architektur wurde von US-Amerikanischem Verteidigungsministerium mit dem Hauptziel der Kopplung von unterschiedlichen Simulatoren entwickelt. Die beteiligten Komponenten, im Originalkontext werden sie als Federates bezeichnet, müssen interoperabel sein. Die Federates (Komponenten) schließen sich zu einer Federation zusammen. Die Interoperabilität zwischen den Komponenten wird durch eine strikte Trennung der Aufgaben zur Kommunikation zwischen den Komponenten und der Funktionalität der Komponenten erreicht. Die Kommunikation erfolgt ausschließlich über eine definierte, für alle Komponenten verbindliche Schnittstelle. Die softwareseitige Umsetzung dieser Schnittstelle wird als RTI (Runtime Infrastructure) bezeichnet. Die Verteilung der einzelnen Komponenten kann über das Internet, eine firmenspezifische Intranetlösung oder innerhalb eines LAN erfolgen.

Die im gesamten Prozeß der betrieblichen Fertigungsplanung und -steuerung eingesetzten Tools werden in eigenständige Komponenten zergliedert, mit dem Ziel eines verbesserten Transfers von Methoden und Modellen der personalintegrierten und personalorientierten Planung und Simulation in die betriebliche Praxis. Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung der erarbeiteten Einzelkomponenten und deren Zusammenwirken mittels der RTI.

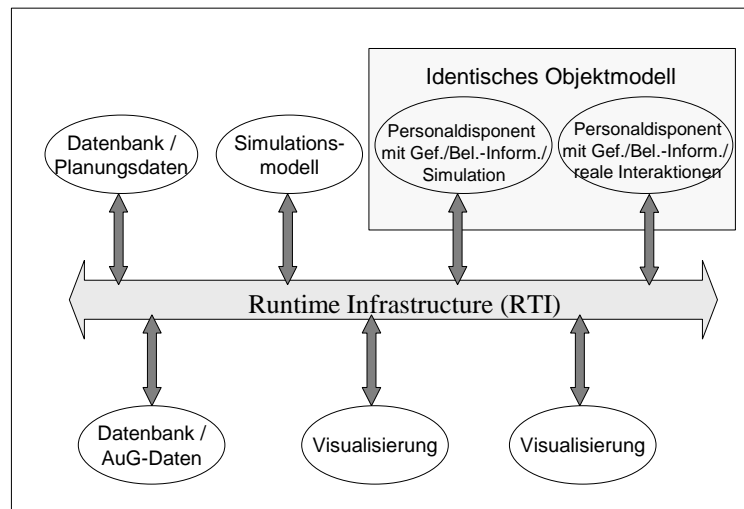


Bild 1: Mögliche Struktur der Federation

3 Komponenten

Es existiert ein breites Spektrum an Definitionen zum Begriff Komponente. Im allgemeinen ist eine Komponente in softwaretechnischer Sicht eine für sich selbständige Einheit, die über wohldefinierte Schnittstellen bestimmte Funktionen bereitstellt und in Verbindung mit anderen Komponenten zu einem Softwaresystem zusammengesetzt werden kann. In Anlehnung an [6] wird folgende Definition verwendet:

Eine Komponente ist ein wiederverwendbarer, mit definierten Funktionen ausgestatteter Softwarebaustein, der Dienste über eine wohldefinierte Schnittstelle zur Verfügung stellt und in unvorhersehbaren Kombinationen mit anderen Komponenten, die eine identische Schnittstelle aufweisen, einsetzbar ist.

Die im folgenden beschriebenen Komponenten werden enger gefaßt, da sie die HLA-Rules zur Definition ihrer Schnittstellen verwenden. Somit können diese Komponenten nur in einer HLA-basierten Umgebung operieren. Simulationskomponenten sind zeitbehaftete Komponenten und müssen nicht nur mit den anderen Komponenten Daten austauschen, sondern sie müssen sich auch mit anderen zeitbehafteten Komponenten zur Wahrung der Kausalität synchronisieren. Die High Level Architecture (HLA) ist eine gegenwärtig verfügbare Architektur, die diesen beiden Erfordernissen nachkommt.

3.1 Datenbanken

Eingangsinformationen für planungsbegleitende Simulationen werden heute in der Regel in betrieblichen Datenbanken verwaltet und in diesen zur Verfügung gestellt. Unter Berücksichtigung von Erkenntnissen und Modellen der personalintegrierten Planung (vgl. [2]) ist es möglich, in betrieblichen Planungsdatenbanken neben den für die Simulation erforderlichen technischen Informationen (Planungsdaten) auch umfassende arbeits- und gesundheitsschutzrelevante Informationen bezogen auf das Personal zu verwalten. Planungsrelevante Daten können dabei in unterschiedlichen unabhängigen Datenbanken gespeichert sein.

In klassischen Lösungen sind die Datenbanken direkt mit dem Simulationsmodell verbunden, d.h. die Zugriffe vom Simulationsmodell zur Datenbank erfolgt direkt. Erweiterungen des Simulationstools um netzorientierte Datenbankzugriffe, wie ODBC im WWW [7] ermöglichen bereits den Zugriff auf Datenbanken unabhängig vom physischen Ort ihrer Speicherung und unabhängig von dem verwendeten DBMS. Die Zugriffe auf die Datenbank erfolgen dabei weiterhin direkt vom Simulationsmodell aus. Werden diese Zugriffe, wie es das hier vorgestellte Konzept vorsieht, einer eigenständigen Datenbankkomponente übertragen und die Kommunikation zwischen der Datenbankkomponente und den anderen Komponenten erfolgt über eine wohldefinierte Schnittstelle, so ergeben sich verschiedene Vorteile. Beispielsweise können andere der in Bild 1 dargestellten Komponenten ebenfalls auf die betreffende Datenbank zugreifen oder, bei Anbindung mehrerer Datenbanken, kann die physisch genutzte Datenbank während der Abarbeitung dynamisch gewechselt werden.

Internetbasierte Datenbanken, in denen das derzeit noch auf zahlreiche heterogene Quellen verteilte Wissen des AGS speziell für betriebliche Planungsprozesse adäquat aufbereitet ist, sind als eine wesentliche Komponente im Zusammenhang mit einer personalbezogenen Fertigungsplanung auf der Basis von HLA zu sehen. Hierzu werden derzeit im Rahmen des Forschungsverbundvorhabens ARGEPLAN¹ Modelle erarbeitet, die eine systematische Bereitstellung umfassender branchen- und prozeßübergreifender Informationen des AUG, insbesondere unter Verwendung web-basierter Datenbanken, für betriebliche Planungsprozesse zum Ziel haben.

3.2 Simulationsmodell

Das Simulationsmodell als Komponente unterstützt die Fertigungsplanung mit vorrangig klassischen Zielstellungen, wie z.B. Kapazitätsabgleich und Durchlaufterminierung. In Abhängigkeit vom zeitlichen Planungshorizont bestehen betrieblicherseits unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich des Detaillierungsgrades von Simulationsmodellen. Ein kurzfristiger Planungszeitraum bedingt eine detaillierte Abbildung. Diese Detailtreue kann durch monolithische homogene Simulationsmodelle oder auch durch verteilte Simulationsmodelle erreicht werden. Die Zerlegung monolithischer Modelle in einzelne selbständige und verteilt verwaltete heterogene Teilmodelle, die als Komponenten betrachtet werden können, bietet eine Reihe von Vorteilen. Ein wichtiger Aspekt ist die Wiederverwendbarkeit der um die benötigte wohldefinierte Schnittstelle erweiterten Teilmodelle. Der finanzielle und zeitliche Aufwand zur Erstellung eines Gesamtmodells kann dadurch drastisch verkürzt werden. Zum anderen lassen sich zur Umsetzung unterschiedlicher Teilaufgaben bei der Modellierung, wie z.B. die Abbildung eines kontinuierlichen Produktionsprozeß und einer diskreten Logistik, die auf die Lösung dieser Teilaufgaben spezialisierten Simulationstools verwenden [8].

3.3 Personaldisponent

Die Funktionalität dieser Komponente zielt einerseits auf die Abbildung von Wechselwirkungen des Personals mit dem technischen System und andererseits auf die Einbeziehung und Unterstützung des Personals bei der Gestaltung des Arbeitsablaufs und der „optimalen“ Nutzung des vorhandenen Qualifikationspotentials. Die Komponente Personaldisponent bringt spezielle personalbezogene Funktionen in die

¹ Das Forschungsverbundvorhaben ARGEPLAN: "Ausbau des Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei betrieblichen Entwicklungs- und Planungsprozessen" wird gefördert vom Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Technologie und Forschung (BMBF), Bonn unter dem Förderkennzeichen: 01 HK 9701/6

Komponentenstruktur ein und nutzt im Rahmen dieser Struktur die Interaktionsmöglichkeiten mit den Datenbank- und Simulationskomponenten. Bei einem Einsatz im Zusammenhang mit der Simulationskomponente, liefert sie z.B. eine Abschätzung der Anforderungen an das Personal (z.B. Qualifikationsanforderungen), sowie der Auswirkungen des geplanten Fertigungsablaufes auf das Personal, durch Prognose von entstehenden Gefährdungen und Belastungen.

Für erste Realisierungen der Komponente Personaldisponent werden zwei Federates mit identischem Objektmodell vorgesehen. Das eine Federate ist ein simulierter Disponent, der seine Entscheidungen auf der Basis implementierter Regeln u.a. unter Berücksichtigung der errechneten Bewertung von Gefährdungen und Belastungen des Personals fällt. Dieses Federate kann zur Laufzeit der Federation durch ein Federate ersetzt werden, welches die Entscheidungen eines realen menschlichen Disponenten (human-in-the-loop) annimmt und berücksichtigt, ohne daß die anderen beteiligten Komponenten auf diese Veränderung reagieren müssen. Diese Komponente ist damit einerseits im Kontext einer direkten gefährdungs- und belastungsabhängigen Intervention im Rahmen der planungsbegleitenden Simulation einsetzbar und andererseits als Hilfsmittel bei der dezentralen Steuerung von Arbeitsabläufen.

3.4 Visualisierung

In klassischen Online-Simulationen ist das Animationssystem starr an den Simulator gekoppelt. Bei dem vorgestellten Architekturentwurf wird die Online-Animation von der Simulation physisch getrennt. Diese Entkopplung von Simulation und Visualisierung zielt darauf ab, aussagekräftige Darstellungen für eine Interpretation der Simulationsergebnisse durch verschiedene Zielgruppen wie Planer, Beschäftigte oder Akteure des Arbeits- und Gesundheitsschutzes zulassen. Die damit verbundene Ortsunabhängigkeit der Visualisierung schafft neue, zusätzliche Möglichkeiten zur entfernten Bereitstellung von Informationen in verschiedenen betrieblichen Bereichen.

4 Komposition

Im folgenden Abschnitt wird dargestellt, wie die einzelnen, oben beschriebenen Komponenten zu unterschiedlichen anwendungsbezogenen Tools zusammengefügt werden. Mit dem Begriff Komposition wird u.a. allgemein die Zusammensetzung von Dingen aus Komponenten bezeichnet. Im Kontext der komponentenbasierten Modelle wird folgende Definition verwendet:

<p><i>Eine Komposition ist die Installation einer wohlüberlegten Zusammenstellung von Komponenten mit dem Ziel der Schaffung von neuen Funktionalitäten, die einzelne Komponenten allein nicht realisieren können.</i></p>
--

Die Bedeutung soll auf die verteilte personalbezogene Fertigungsplanung übertragen werden. Mit der Verwendung der erläuterten Komponenten nach dem Kompositionsprinzip ergeben sich neue Möglichkeiten Tools mit den erforderlichen Funktionen zusammen zu stellen. Es wird nicht mehr ein „großes“ monolithisches Tool verwendet, sondern es werden entsprechend der benötigten Funktionalität die existierenden Komponenten zu Tools für unterschiedliche Anwendergruppen und Zielstellungen zusammengefügt. Im folgenden werden beispielhaft mögliche Kombinationen, deren Zielstellung und Gesamtfunktion aufgezeigt.

		Genutzte Komponenten							Externe Tools z.B.:
		Datenbanken			Simulationsmodell	Personal-disponent	Visualisierung		
		P ²	A ³	W ⁴			G ⁵	T ⁶	
Anwenderbedarf / Ausgewählte Zielsetzungen	Erfüllung lang- und mittelfristiger Planungsaufgaben (klassisch)	x		(x)	x		x	(x)	CAD CAP, PPS, CAQ BDE sowie Verfahren und Instrumente zur Sicherheitsanalyse
	Erfüllung lang- und mittelfristiger Planungsaufgaben (personalintegriert)	x	(x)	(x)	x	x	x	(x)	
	Fertigungssteuerung (klassisch)				(x)			x	
	Fertigungssteuerung (personalbezogen)			x	(x)	x		x	
	Disponententraining				x				
	dezentrale Personaleinsatzplanung			x				x	
	Sicherheitsanalysen		x	(x)		x			

5 Ausblick

Auf der Basis des vorgestellten Konzeptes wurden an der Fakultät für Informatik der Universität Magdeburg generische Arbeiten zur Implementation von HLA-Schnittstellen für unterschiedliche Simulationssysteme (SLX, Simplex3, ProModel) abgeschlossen und es wurde mit der Anpassung weiterer Komponenten begonnen.

6 Literatur

- [1] Ohse, M., I. Ehrhardt, Hj. Gebhardt, C. Vornholt: Anwendung der Simulation in der Arbeitsgestaltung. In: ASIM-Handbuch „Simulationsanwendungen in Produktion und Logistik“. Vieweg Verlag, 1993, S. 109 - 140
- [2] Ehrhardt, I.: Personalintegrierte und personalorientierte Planung und Simulation im Umfeld der betrieblichen Arbeitsvorbereitung. In: M. Engeli und V.Hrdliczka, Hrsg.: Fortschritte in der Simulationstechnik. v/d/f Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich. 1998. S.387-394
- [3] Lorenz, P., H. Dorwarth, I. Ehrhardt, Hj. Gebhardt, H. Herper, B. Holzki, A. Kuhn, B.H. Müller, C. Vornholt: Entwicklung eines Modells zur Beschreibung der Belastung des Menschen und des Einflusses manueller Tätigkeiten im innerbetrieblichen Materialfluß. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben, 1995.
- [4] Defense Modeling and Simulation Office (DMSO). High Level Architecture Homepage. URL <http://hla.dmsomil/>
- [5] Klein, U., S. Lange, T. Schulze, S. Straßburger, G. Härtel: Komponentenbasierte Verkehrsmanagementwerkzeuge – Flexibler Einsatz von der Planung bis zur Steuerung. In: Tagungsband „Logistikplanung“, 4. Magdeburger Logistiktagung, 19.-20. November 1998
- [6] Turowski, K. Ordnungsrahmen für komponentenbasierte betriebliche Anwendungssysteme. In Tagungsband 1. Workshop Komponentenbasierte betriebliche Anwendungssysteme (WKBA 1), Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 1999. <http://www-wi.cs.uni-magdeburg.de/workshops/komponenten/>
- [7] Beier, Daniel. Integration von Datenbanken in eine Web-basierte Simulationsentwicklungsumgebung. Diplomarbeit 1999. Universität Magdeburg, Fakultät für Informatik.
- [8] Lantzsch, G., S. Straßburger, C. Urban. HLA-basierte Kopplung der Simulationssysteme Simplex III und SLX. Tagung Simulation und Visualisierung. 4.-5. März 1999, Magdeburg.

² Planungsdaten

³ Arbeits- und gesundheitschutzrelevante Daten

⁴ Betriebsexterne Daten im WWW

⁵ Gesamtmodell

⁶ Teilmodelle