

Vorlesungsreihe „Diskrete Simulation“ (Masterkurs)

Bausteinorientierte diskrete Simulationssysteme

Prof. Dr.-Ing. Thomas Wiedemann
email: wiedem@informatik.htw-dresden.de



HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN (FH)
Fachbereich Informatik/Mathematik

Überblick

- Vor- und Nachteile von Simulationssprachen bei der Simulation komplexer Fertigungssysteme
- Historische Entwicklung von Bausteinsystemen
- Vorgehensweise bei der Modellierung mit Bausteinsystemen
- Verfügbare kommerzielle Simulationssysteme

Simulationssprachen in der Fertigungssimulation

Die am Beispiel von SLX vorgestellten Simulationssprachen lassen sich zusammenfassend wie folgt bewerten :

- sehr flexibel und leicht an spezielle Modellierungsaufgaben anpassbar
- im Prinzip keine Restriktionen bei der Modellierung (bis auf allgemeine Performancegrenzen)
- relativ leichte Integration in andere IT-Systeme (DLL-Schnittstelle bei SLX, ansonsten Dateischnittstellen)

Probleme:

- Klassisches Programmierprinzip mit sequentiellm Quelltextcode kann nur schlecht die 2- oder 3-dimensionale Modellstruktur realer Aufgaben darstellen
- bei größeren Modellen Probleme mit der Übersichtlichkeit und Wartung
- größere Programmiererfahrungen sind Voraussetzung, daher kein Einsatz durch normale Anwender aus der Fertigungsplanung möglich
- Im Fertigungsbereich treten jedoch immer wieder die gleichen Modellbestandteile auf: Maschinen, Lager , Transportmittel ...
- Die Bereitstellung dieser Objekte als fertige Grundbausteine würde auch Anwendern ohne größere Programmiererfahrung eine Simulation erlauben.

Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 3

Historische Entwicklung von Bausteinsystemen

- Erste Bausteine für die diskrete Simulation entstanden auf der Basis vorhandener Modelle in Simulationssprachen wie GPSS oder SLAM durch eine Definition von Standardbefehlsfolgen mit Platzhaltern .

...

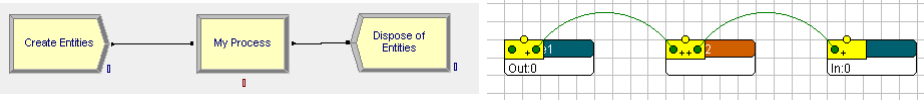
ENTER	\$\$\$Speichernamess\$
ADVANCE	\$\$Verzögerungszeit\$\$
TEST	SK,0,\$\$Nächstes_Objekt\$\$
LEAVE	\$\$\$Speichernamess\$

- Die Wiederverwendung erfolgte durch manuelles Kopieren der Bausteine oder den Aufruf von Unterprogrammen.
- Bis Ende der 80er Jahre erste Versuche der Pseudotext-basierten Modellierung
 - z.B. Simulationssystem TOMAS der TU Dresden (Prof. Frank) mit 9 Grundbausteinen, Modellierung mittels tabellarischer Auflistung der Modellelemente und Verknüpfung dieser mit Vorgänger/Nachfolgerbeziehungen
 - begrenzte Anzeigekapazität der Textbildschirme (80x40 Zeichen) begrenzte auch die übersichtlich darstellbare Modellgröße

Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 4

Einsatz grafischer Modellierungskonzepte

- ab Anfang der 90er Jahre Verwendung echter 2D-Grafik-Benutzerschnittstellen, später Entwicklung unter Windows, OS/2 oder X-Windows auf Unix-Rechnern
- Darstellung der Simulationsbausteine durch grafische Symbole



Grundprinzipien

- Jeder Baustein verfügt über eine vordefiniertes (anfangs häufig fest definiertes) Verhalten, welches über einige Parameter genauer bestimmt werden kann.
- Parameterdefinition meist über über Tabellen oder bausteinspezifische Masken ebenfalls über grafisch-interaktive Menüs
- Grafikoberfläche ist gleichzeitig auch Animationsmedium (zu Beginn 2D, heute auch 3D-Animation)
- Simulationsdurchführung über Generierung von Programmcode für ältere Simulationssprachen oder direkte Interpretation der Bausteinparameter

Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 5

Stärken und Schwächen von Bausteinsystemen

- Modellbausteine erlauben Komposition von Simulationsmodellen ohne oder mit nur geringem Programmieraufwand
- auch die Datenaufbereitung und Simulationsauswertung werden sehr gut unterstützt und laufen meist ohne größeren Anpassungsaufwand
- Modelle mit einem geringen bis mittleren Komplexitätsgrad lassen sich in der Regel einfach modellieren.
- Bei sehr spezifischen Problemen stoßen bausteinbasierte Systeme rasch an Grenzen. Die Lösbarkeit hängt dann vom Grad der Anpassbarkeit der Bausteine ab.
- Nach anfänglichen Systemen mit nicht modifizierbaren Bausteinen verfügen aktuelle Systeme immer über eine Option zur Anpassung der Bausteine :
 - möglich sind Pull-downlisten mit Parameterangaben, spezielle Skriptsprachen, Einschuboptionen für universelle Programmiersprachen (z.B. C++ oder VBA), oder die Erzeugung neuer Bausteine durch Anwendung objektorientierter Vererbungstechniken
 - **der Umfang möglicher Bausteinmodifikationen sollte unter dem Gesichtspunkt des Anwendungsfeldes als eines der wichtigsten Auswahlkriterien für diskrete Simulationssysteme berücksichtigt werden**

Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 6

Vorgehensweise bei der Modellierung mit Bausteinsystemen

Prinzipiell ähnlicher Ablauf der Modellierung bei Bausteinsystemen:

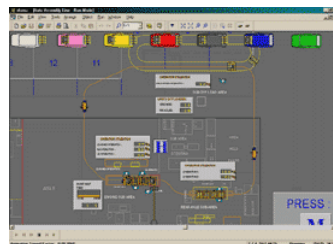
- **Layouterstellung** durch masstabgetr. Anordnung der Modellobjekte
- **Verknüpfung** der Objekte unter Beachtung verschiedener Relationsarten
 - materielle Objekte – Produkte, Personen, Fahrzeuge, sonstige Gegenstände,
 - Servicereaktionen – Bedienpersonal, Hilfsmittel
 - Informationsflüsse - Primärdaten zur Fertigungssteuerung, Zustandsdaten anderer Objekte zur Bestimmung von Strategien und Auswahlverfahren
 - alle genannten Relationen lassen sich wiederum unterteilen in primär steuernde und sekundär unterstützende Einflüsse und Wechselwirkungen.
- **Anpassung** der Modellobjekteigenschaften und Relationen mit Parametern oder (falls vorhanden) mit Skriptsprachen

Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 7

Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme – ARENA

Das Simulationssystem ARENA - www.software.rockwell.com/arenasimulation/

- seit 1992 auf dem Markt
- entwickelt von der Fa. Systems Modelling USA
- 2001 übernommen von Rockwell INC USA
- war Mitte der 90er Jahre technologisch führend :
 - sehr effiziente Bausteine für die Fertigungsmodellierung
 - Anpassung der Bausteine durch eigene Entwicklung eigener Bibliotheken
 - erstes Simulationssystem mit integrierter VBA-Schnittstelle (1996)
- gegenwärtig etwas problematisch bzgl. der Aussichten
 - spürbare abgeschwächte Innovationsrate
- Preis ca. 50.000 Euro für eine Vollversion
- Testversionen teilweise frei im Internet

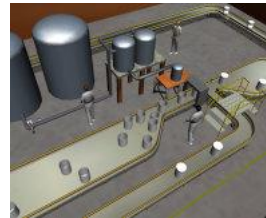


Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 8

Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme - AUTOMOD

Das Simulationssystem AutoMOD (www.automod.com USA)

- entwickelt von der Fa. AutoSimulations INC. USA
- 2001 übernommen von der Fa. Brooks PRI Automation USA
- technologisch führend in den Bereichen innerbetriebliche Logistik und Simulation von Halbleiteranlagen:
 - sehr detaillierte Modellbausteine zum Aufbau von Förderbändern, fahrerlosen Transportsystemen, Lagersysteme
 - sehr gute Anbindung an CAD-Systeme (3D-Grafikmodelle können direkt eingebunden werden), VRML-Unterstützung
 - Subjektiver Eindruck zur Modellierung: historisch gewachsene, sehr komplexe Menüstrukturen erfordern relativ intensive Einarbeitung
 - Ausführung der Simulation erfolgt durch Generierung und Compilierung eines C-Programmes
- Relativ teuer (über 50.000 Euro)
- Test- und Studentenversionen teilweise frei im Internet



Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 9

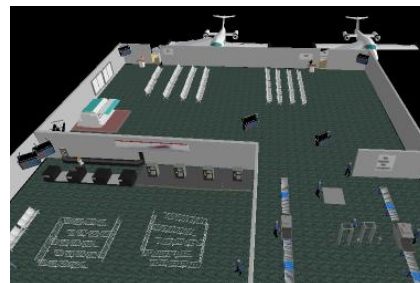
Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme - SIMIO

Das Simulationssystem - SimIO - www.simio.com - USA

- entwickelt von der Firma Simio LL (USA) – einer der Firmeninhaber stammt aus dem Team des Arena-Entwickler-Teams

Besonderheiten:

- SimIO ist das jüngste bausteinorientierte Simulationssystem – seit 2009
- Team nutzt **Agile Software-Entwicklung**
 - Entwicklungszyklus ca. 6 Wochen -> alle 6 Wochen eine neue Version
 - sehr schnelle Reaktionen auf Kundenwünsche und Probleme
- Bausteinsystem analog zu anderen Systemen
- Hierarchische Modellierung (mit mehreren Modellierungsebenen) möglich
- sehr gute 3D-Animation
- Anpassung an neue Anforderungen und vorher unbekannte Probleme durch eine Art Netzplan-Programmiertechnik



Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 10

Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme - Technomatix

Das Simulationssystem SIMPLE++/Technomatix (SIEMENS - Deutschland)

http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/tecnomatix/

- in 90er Jahren entwickelt vom **Fraunhofer-Institut Stuttgart**
- zwischenzeitlich übernommen von der israelischen Firma Tecnomatix,
- bei SIEMENS PLM als zentrales Tool im **Product lifecycle management (PLM)**
- Mitte der 90 er Jahre technologisch führend bei der Einführung objektorientierter
- Prinzipien der Simulation : erster voll objektorientierter Ansatz (frühere Versionen leider relativ langsam, nun besser)
- aufgrund einer früheren engen Zusammenarbeit zwischen den ursprünglichen Entwicklern vom Fraunhofer-Institut und der deutschen Automobilindustrie ist dieses System bei **BMW und auch in einigen Werken anderer Auto-Hersteller als Simulationsstandard** festgelegt
- Preis ebenfalls in der Größenordnung >50.000 Euro für eine Vollversion



Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.

Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme IV

Das Simulationssystem Enterprise Dynamics (ED)- www.enterprisedynamics.com

- entwickelt von der Fa. Taylor Niederlanden (alter Produktname TAYLOR II)
- 2001 übernommen von Enterprise Dynamics (Unternehmensberatung/Logistikbereich)
- Simulationssystem für den Fertigungs- und Logistikbereich (andere, angrenzende Bereiche wie Bediensystemkonfiguration ebenfalls nach Anpassung möglich)
- relativ ausgeglichene Charakteristik
 - nach fester Anzahl von Bausteinen in TAYLOR II ist die Bausteinmenge ab der überarbeiteten Version ED offen und kann um neue Bausteine ergänzt werden.
 - bereits ab Mitte der 90er Jahre mit sehr guter 2D- und 3D-Grafikanimation
 - übersichtliche und effiziente Modellierung
 - sehr gute Schnittstellen (Text- und Binärdateien, Datenbanken, DCOM-Server)
- Preis ca. 10.000 – 15.000 Euro für eine Vollversion
- Test- und Studentenversionen teilweise frei im Internet
- Im Vergleich zu den anderen Systemen erscheint Enterprise Dynamics gegenwärtig als eines der leistungsfähigsten und zukunftssicheren Systeme und wird im Rahmen der Veranstaltung eingesetzt.

Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 12

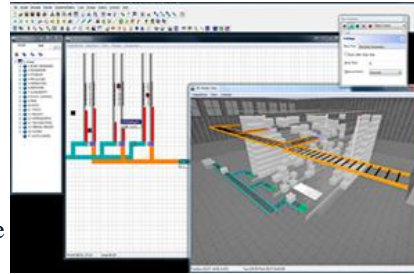
Enterprise Dynamics Überblick

• Grundlegende Konzepte und Aufbau

- ED beruht auf dem ATOM-Konzept, worunter alle auftretenden Komponenten (=Objekte) innerhalb des Systems verstehen sind.
- die grundlegende Modellierung wird in der Dokumentation I von ED beschrieben (siehe Internetlinks auf Website)
- Das Verhalten der Modellatome kann über Parameter oder eine Skriptsprache definiert werden.
- eine Übersicht zu den Atomen befindet sich in der Dokumentation Teil II
- Entwicklung erfolgte in Delphi

• Die Skriptsprache ED- 4D Script

- dient zur Definition von Funktionen, welche durch die Standardfunktionen nicht abgedeckt werden
- Details und Beispiele zur Skriptsprache befinden sich in Dok. Teil III zu ED



Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 13

Zusammenfassung

Bausteinbasierte Simulationssysteme

- sehr gut einsetzbar bei baustein- ädequaten Aufgaben
- Der Gesamtkomfort bzgl. Funktionalität, Modellierungsgeschwindigkeit, Laufzeitkontrolle (nicht immer Perform.) und Animation/Visualisierung ist i.d.R. sehr hoch.

Probleme können auftreten

- Bei sehr spezifischen Aufgaben und Problemen (hier entscheidet dann die eingebaute Skriptlösung oder programmtechnische Anpassung über den Erfolg)
- bei der Investplanung, da meist sehr hohe Preise (bis zu >100.000 €) zu verzeichnen sind
- bei einem Wechsel zu anderen Systemen, da meist sehr systemspezifische Bausteinbibliotheken

Diskrete Simulation (MA) - Diskrete Baustein-basierte Simulation - Prof. T.Wiedemann - HTW Dresden - Folie 14

Die Einordnung der Simulationssystem-Typen

