

Vorlesungsreihe Simulation betrieblicher Prozesse

Bausteinorientierte diskrete Simulationssysteme

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



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

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

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.

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 .

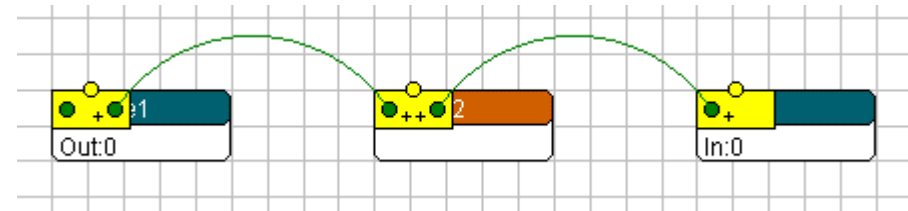
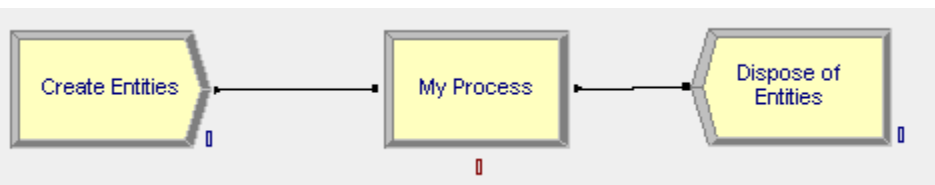
...

| | |
|---------|------------------------------|
| ENTER | \$\$Speichername\$\$ |
| ADVANCE | \$\$Verzögerungszeit\$\$ |
| TEST | SK,0,\$\$Nächstes_Objekt\$\$ |
| LEAVE | \$\$Speichername\$\$ |

- 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

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 ein vordefiniertes (anfangs häufig fest definiertes) Verhalten, welches über einige Parameter genauer bestimmt werden kann.
- Parameterdefinition meist 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 Simulationsprachen oder direkte Interpretation der Bausteinparameter

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 Pulldownlisten 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

Vorgehensweise bei der Modellierung mit Bausteinsystemen

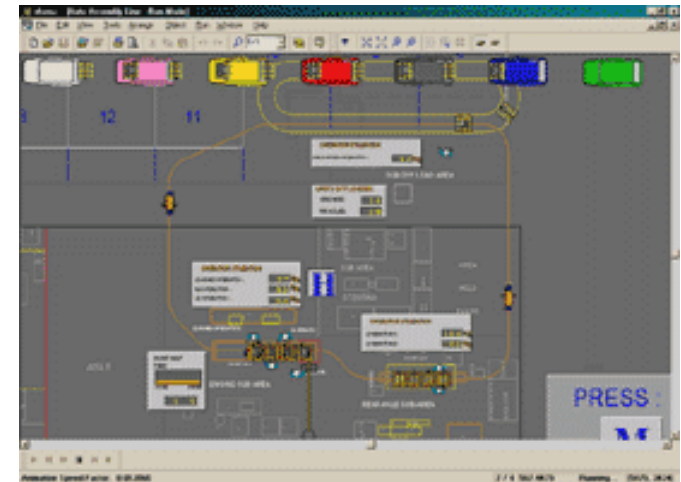
Prinzipiell ähnlicher Ablauf der Modellierung bei Bausteinsystemen:

- Layoutgetreue Anordnung der Modellobjekte
- Verknüpfung der Objekte unter Beachtung verschiedener Relationsarten
 - materielle Objekte – Produkte, Personen, Fahrzeuge, sonstige Gegenstände,
 - Servicerelationen – 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

Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme

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
 - noch keine 3D-Animation in Sicht
- Preis ca. 50.000 Euro für eine Vollversion
- Testversionen teilweise frei im Internet



Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme II

Das Simulationssystem AutoMOD (www.automod.com)

- 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 Ausführung eines Programmes
- Relativ teuer (über 50.000 Euro)
- Test- und Studentenversionen teilweise frei im Internet



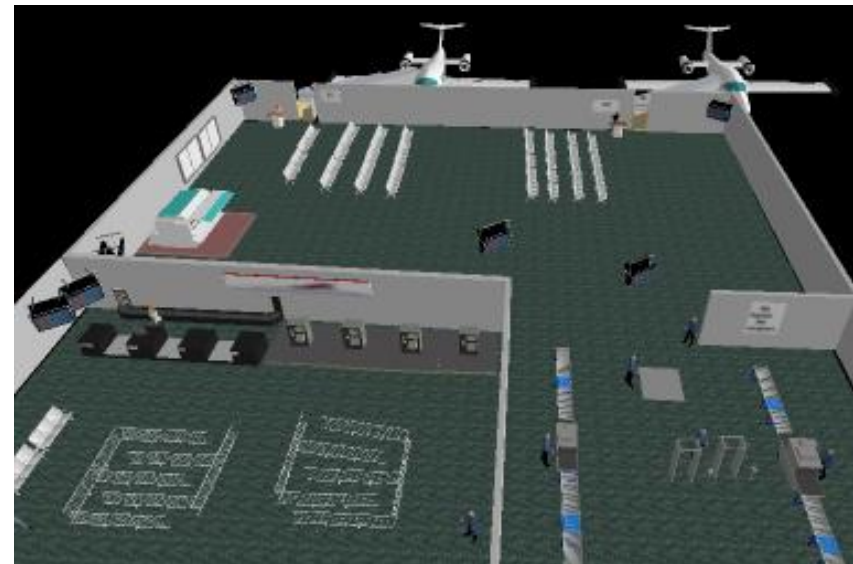
Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme - SIMIO

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-Programmiersprache

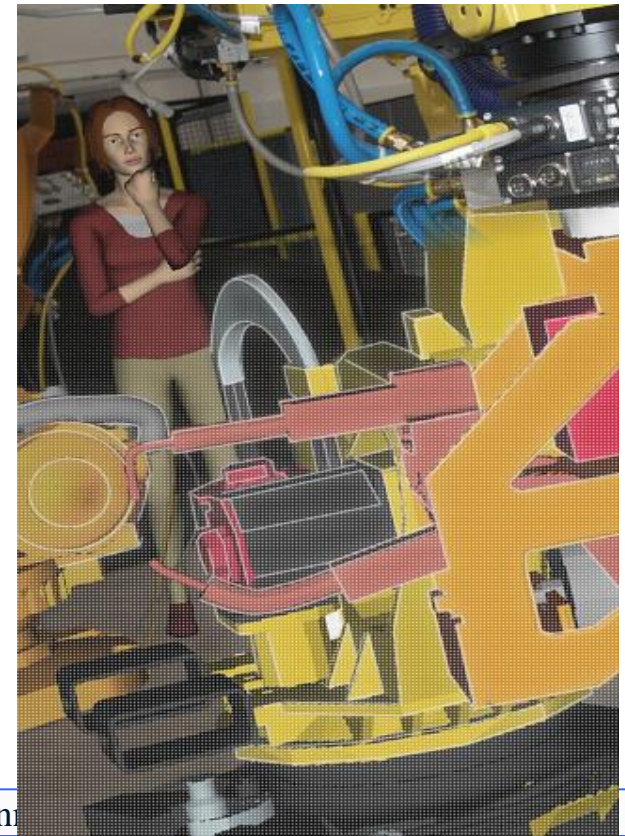


Gegenwärtig verfügbare Bausteinsysteme - Technomatix

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



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.

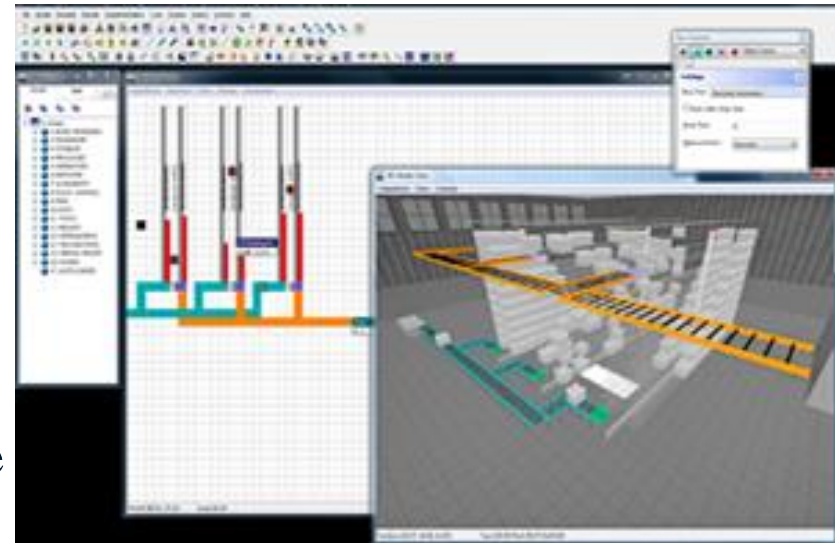
Enterprise Dynamics Überblick

• 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



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

Die Einordnung der Simulationssysteme-Typen

**Modellierungs- und
Bedienkomfort**

**Ideal
bezüglich**

