

SIMULATIONSSOFTWARE FÜR EINE VERTEILTE PARALLELE SIMULATIONSUMGEBUNG FÜR DYNAMISCHE SYSTEME

V. A. Svjatnyj,

Fakultät für Rechentechnik und Informatik (FRTI)
Technische Universität Donezk

E.-D. Gilles, W. Zeitz,

Institut für Systemdynamik und Regelungstechnik (ISR), Universität Stuttgart,

A. Reuter,

International University in Germany Bruchsal (IU)

K. Rothermel,

Institut für parallele und verteilte Höchstleistungsrechner (IPVR)
Universität Stuttgart

Abstract

Svjatnyj V..4., GiHes E.-D., Zeitz M., ReuterA., Rothermel K. Simulation software for a distributed parallel simulation environment for dynamic systems. The structure of the simulation software for a distributed parallel simulation environment is proposed. The user interface and the simulation languages are described.

1. Einführung

Die verteilte parallele Simulationsumgebung (VPSU) beinhaltet eine neue Systemorganisation von Simulationswerkzeugen für komplexe dynamische Systeme mit konzentrierten (DSKP) und mit verteilten (DSVP) Parametern. Die Entwicklung und Realisierung der VPSU-Simulationssoftware gehören zum Gebiet der parallelen Simulationstechnik [1], das im Rahmen einer Kooperation von den Partnern FRTI, ISR, IPVR und IU untersucht wird. In diesem Beitrag werden Struktur und Entwicklung der VPSU-Simulationssoftwarekomponenten sowie Implementierungserfahrungen vorgestellt.

2. Struktur der Simulationssoftware

Entsprechend den Anforderungen an DSKP- und DSVP-Simulationswerkzeuge [1] muß die VPSU-Simulationssoftware die folgenden Hauptkomponenten umfassen:

- hochentwickelte Benutzungsoberfläche (BOF);
- parallele Simulationssprache;
- SIMD- und MIMD-orientierte DSKP- und DSVP- Bibliotheken für parallele numerische Lösungsverfahren;
- Visualisierungssoftware.

3. Entwicklung der Benutzungsoberfläche

Die Benutzungsoberfläche wird als Schlüsselkomponente für die Benutzerfreundlichkeit der VPSU betrachtet. Hierzu werden die folgenden BOF-Funktionen definiert :

- Präsentation der VPSU;
- interaktive Erstellung von parallelen Modellen für dynamische Systeme;
- Test von parallelen Modellen und Verwaltung von Simulationsexperimenten;
- Programmierung der Visualisierung von Simulationsergebnissen; ^

interaktiver Zugriff auf die verteilten Ressourcen der Simulationsumgebung;
 Schulung von Benutzern und Modellentwicklern der VPSU.

Im einzelnen sollen die folgende Aspekte bei der BOF-Entwicklung untersucht werden:
 objektorientierter Ansatz; Dekomposition der BOF-Funktionen zwischen den heterogenen
 Komponenten der VPSU; Verwendung der vorhandenen Dialog- und Systemmittel in den
 SIMD-, MIMD- und CLUSTER-Komponenten der VPSU; Dialogfähigkeit der
 problemorientierten Simulationsumgebungen; Entwicklungsmethodik für VPSU-
 Benutzungsoberfläche.

4. Entwicklung der parallelen Simulationssprachen

Die Entwicklung der parallelen DSKP-, DSVP-Modelle wird mit Hilfe von parallelen
 Programmiersprachen, die bei den SIMD-, MIMD- und CLUSTER-Systemen vorhanden sind,
 durchgeführt. Die SIMD-Modelle werden nach der Darstellung der Modelle in
 Matrix-Vektor-Form und Auswahl des parallelen numerischen Verfahrens mit Hilfe von
 parallelen Sprachkonstrukten programmiert. Die Programmierung der MIMD-Modelle wird
 in den Sprachen C, Fortran oder C++ mit MPI- oder PVM-Nachrichtenaustauschfunktionen
 entsprechend den parallelen Lösungsverfahren durchgeführt. Allerdings entspricht dieser
 Entwicklungsstil noch nicht dem in konventionellen Simulationssprachen erreichten Niveau
 der Benutzerfreundlichkeit. Deshalb wird die Entwicklung von parallelen
 Simulationssprachen (PSS) als zentrales Problem der parallelen Simulationstechnik

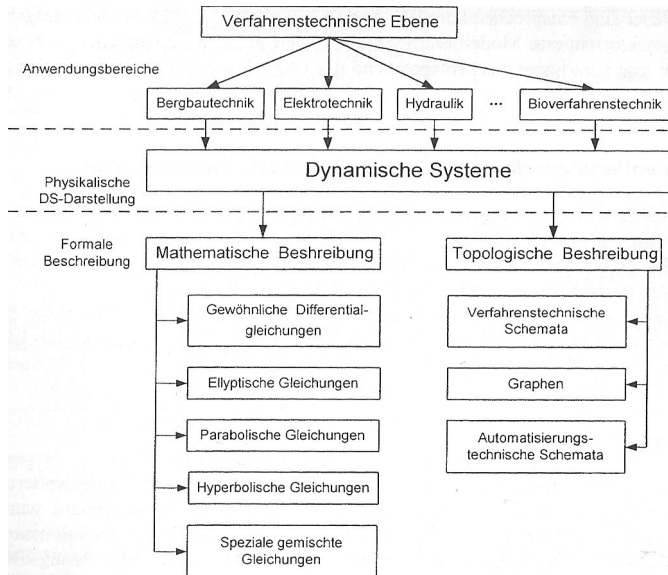


Abb.1. Mathematische und topologische Beschreibungsformen von dynamischen Systemen aus verschiedenen Anwendungsgebieten

betrachtet. Dazu werden folgende Hauptanforderungen an PSS formuliert: Beschreibung des Simulationsproblems auf der prozeßtechnischen Ebene unter Berücksichtigung der Topologien und dynamischen Eigenschaften von DSKP und DSVP; Übernahme der positiven Eigenschaften von konventionellen block- (BO) und gleichungsorientierten (GO) Simulationssprachen; leichte Erlernbarkeit; Modifizierungsfähigkeit von SIMD- und MIMD-Gleichungslösern; Unterstützung der Etappen von Erstellung, Testen, Debugging von parallelen Modellen und Planung von Simulationsexperimenten; Integration mit den SIMD- und MIMD-Bibliotheken der parallelen DSKP- und DSVP-Simulationsalgorithmen.

Betrachten wir die block- (BO), gleichungs- (GO) und objektorientierten (OO) Ansätze zur PSS-Entwicklung. Nach Abb.1 besteht damit auch für die parallele Simulationssprache ein für den Benutzer transparenter Zusammenhang zwischen den Anwendungsbereichen und den mathematischen und topologischen Beschreibungsformen für die dynamischen Systeme (DS).

Eine wesentliche Bedeutung für die Erstellung von parallelen Simulationsmodellen haben die in Abb. 2 dargestellten Entwicklungsebenen mit einer Dialogunterstützung für den Benutzer. Die vorgeschlagenen BO- und GO-Ansätze beinhalten im Unterschied zu den sequentiellen Spracheimplementierungen auch Werkzeuge zum Aufstellen der Modellgleichungen.

Nach Abb. 3 werden drei Arten von DS-Topologien unterschieden und entsprechenden Gleichungen generiert. Die Modellerstellung beinhaltet auch Algorithmen zur Lösung der aufgestellten Gleichungssystemen mit Hilfe des BO- oder GO-Modellprogramms. Die Gleichungslöser sind entsprechend der BO- und GO- Spezifikation der Modelle aufgebaut.

Der objektorientierte Modellierungsansatz basiert auf den vorhandenen BO- und GO-Erfahrungen und verallgemeinert entsprechend der Darstellung in Abb. 4 die beiden anderen Ansätze.

5. Implementierungserfahrung der DSKP- und DSVP-Bibliotheken

Die vorhandene Erfahrungen mit der Implementierung der SIMD-Bibliothek für DSKP- und DSVP-Simulationsalgorithmen werden in [2] dargestellt. Dabei werden die universelle und spezielle problemorientierte Lösungen betrachtet. Die SIMD-Modelle von DSKP und DSVP werden in der Lehre sowie bei der Entwicklung der PSS verwendet.

Die Implementierung der MIMD-Modelle von komplexen Mehrfachobjekten dient zur Untersuchung der Lastbalancierung in VPSU sowie zur PSS-Entwicklung mit den BO-, GO- und OO-Ansätzen.

6. Zusammenfassung

Aufgrund der vorhandenen Erfahrung mit der Erstellung und Implementierung von parallelen DSKP- und DSVP-Modellen in den SIMD- und MIMD-Rechnern wurden die Hauptkomponenten der Simulationssoftware einer verteilten parallelen Simulationsumgebung definiert, ihre Funktionen spezifiziert, Ansätze zur Entwicklung der Benutzungsoberfläche und parallelen Simulationssprachen sowie Anforderungen an diese Mittel formuliert. Die bisherigen Ergebnisse der Implementierungen bestätigen die Arbeitsfähigkeit der vorgeschlagenen Komponenten der Simulationssoftware.

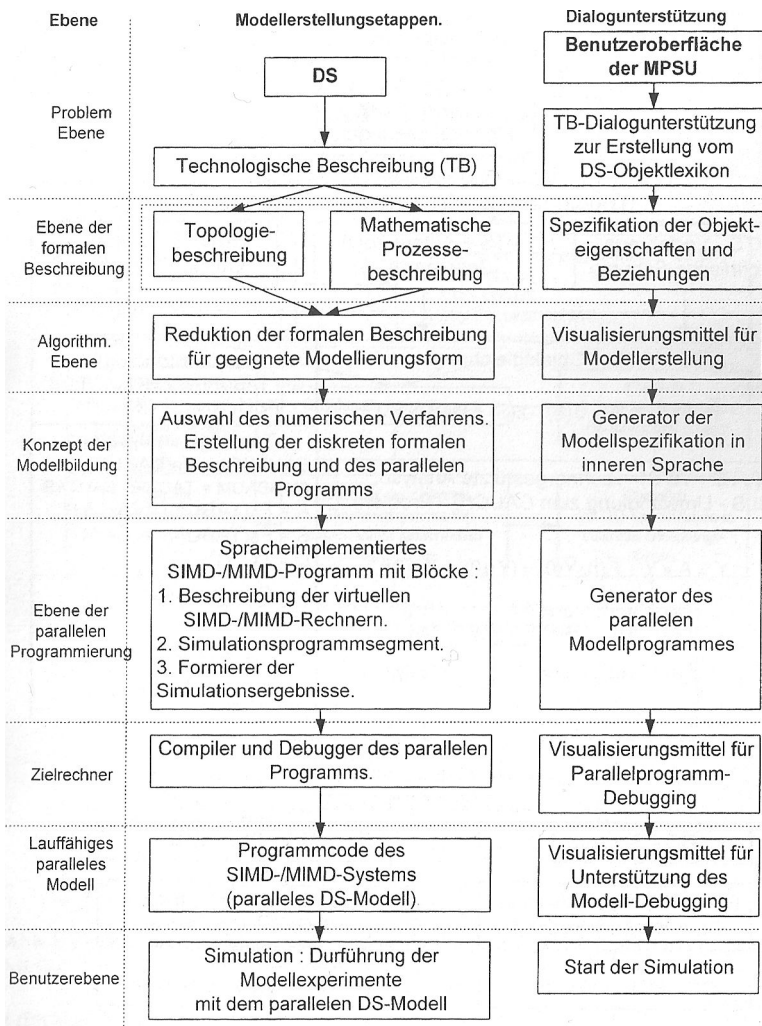


Abb.2. Entwicklungsebenen zum Aufstellen von parallelen Simulationsmodellen mit einer Dialogunterstützung für den Benutzer

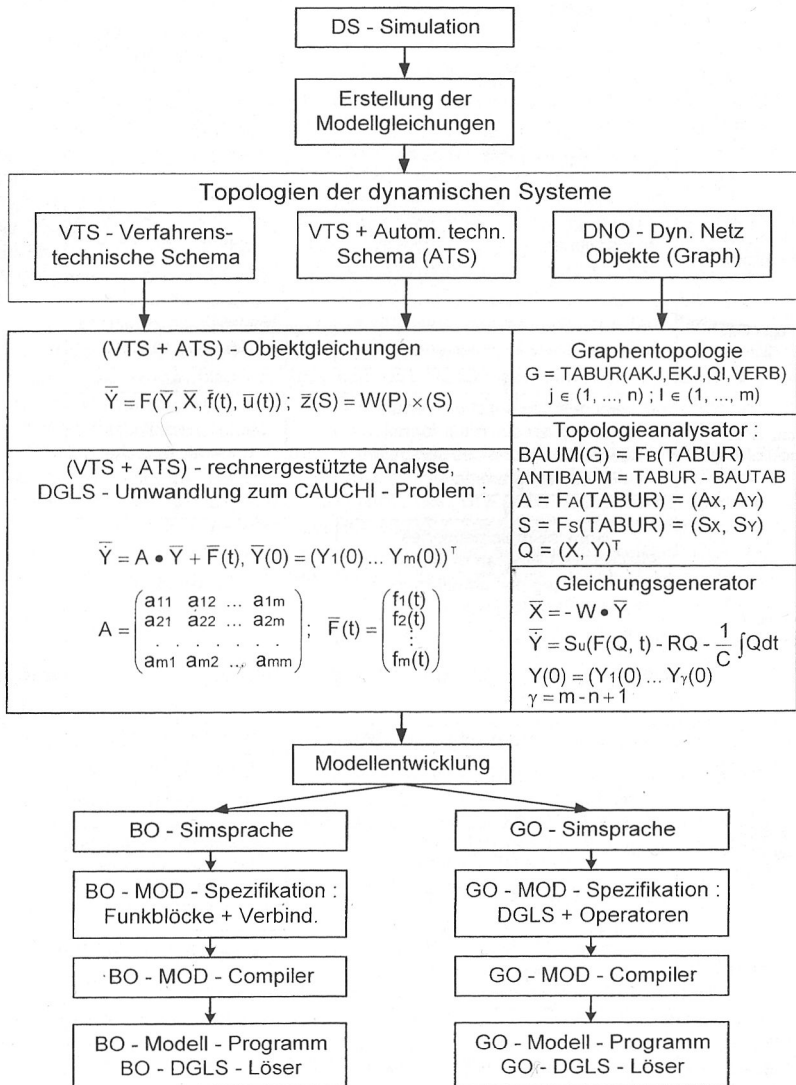


Abb.3. Block- und gleichungsorientierte Modellierungsansätze für die Modellentwicklung von dynamischen Systemen (DS)

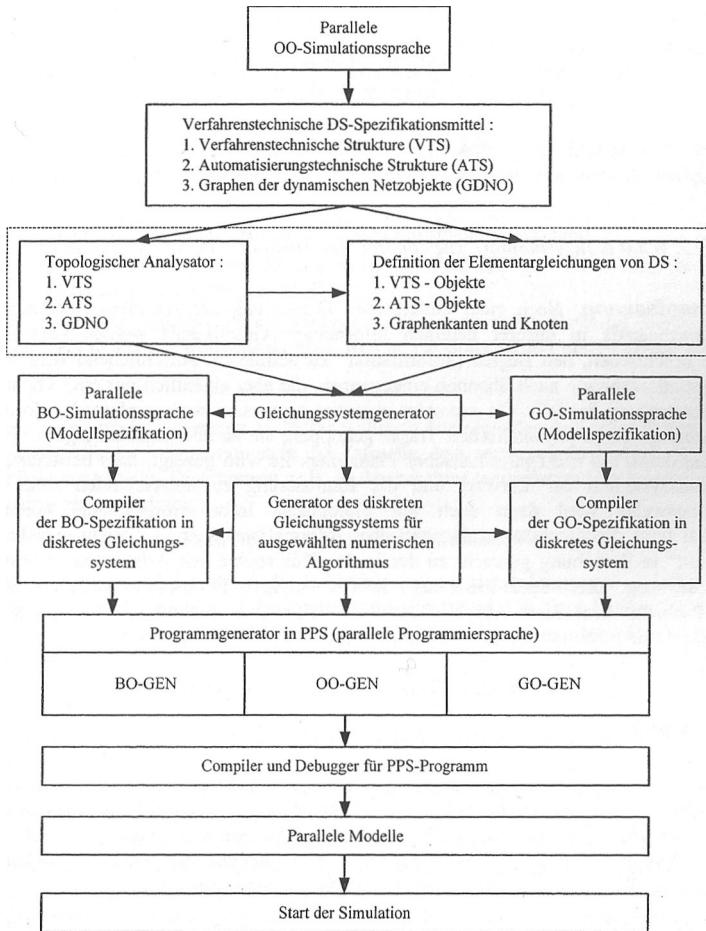


Abb.4. Funktionsebenen einer parallelen objektorientierten (OO) Simulationssprache für die MPSU

Literatur

1. L. Feldmann, V. Svjatnyj, V. Lapko, E.-D. Gilles, A. Reuter, K. Rothermel, M. Zeitz: Parallele Simulationstechnik. - Problems of Simulation and Computer-Aided Design of Dynamic Systems. Collected Volume of scientific papers. Donetsk State Technical University, Donetsk, 1999, 9- 19.
2. L. Feldmann, V. Svjatnyj, E.-D. Gilles, A. Reuter, K. Rothermel, M. Zeitz: Parallele Simulationsalgorithmen für dynamische Systeme. 13. Symposium ASIM'99, Tagungsband. SCS, 1999,313-318.