Universität Stuttgart

Institut für Parallele und Verteilte Höchstleistungsrechner (IPVR)

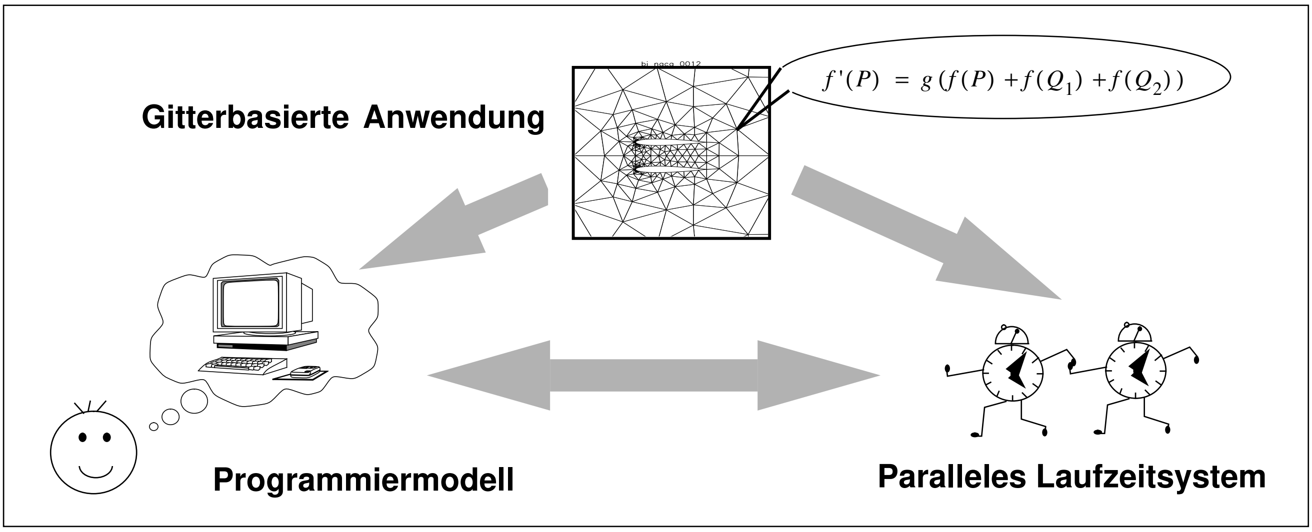
Breitwiesenstr. 20-22, W-7000 Stuttgart 80
Telefon: (0711) 7816-448 Telefax: (0711) 7816-424

Prof. Dr.-Ing. A. Reuter

GRIDS – Eine Programmierumgebung für gitterbasierte technisch-wissenschaftliche Anwendungen auf Parallelrechnern

GRIDS ist eine an der Universität Stuttgart entwickelte Programmierumgebung für technisch-wissenschaftliche Anwendungen auf Parallelrechnern und Workstationnetzen. Die Arbeiten werden in Kooperation mit der IBM Deutschland Informationssysteme GmbH durchgeführt. Sie überwindet die Schwierigkeiten und Problematik paralleler Programmierung im Bereich gitterbasierter Verfahren. Insbesondere werden auch unregelmäßige Gitter unterstützt. GRIDS bietet eine problemorientierte, rechnerarchitekturunabhängige Anwenderschnittstelle. Die Lösungsmethoden werden dabei in einer herkömmlichen, sequentiellen Programmiersprache formuliert, die Parallelisierung der Ausführung erfolgt automatisch. Dadurch ergeben sich folgende Vorteile für die Softwareentwicklung:

- Die Nutzung der von Parallelrechnern angebotenen Leistung ist ohne explizite parallele Programmierung möglich.
- Die Verwaltung der Parallelarbeit wird von GRIDS übernommen und der probleminhärenten Parallelität angepaßt.
- Die Anwendungen sind über unterschiedliche Rechnerarchitekturen und Rechnergenerationen hinweg portabel. Spezielle Hardwareeinrichtungen können von GRIDS optimal ausgenutzt werden.
- GRIDS stellt dem Anwender ein Baukastensystem zur Formulierung der Probleme und technischen Lösungsverfahren zur Verfügung.
- Der Aufwand zur Programmierung von parallelen Anwendungen reduziert sich, da die für Gitterverfahren spezifischen Teile bereits im GRIDS-System implementiert sind.



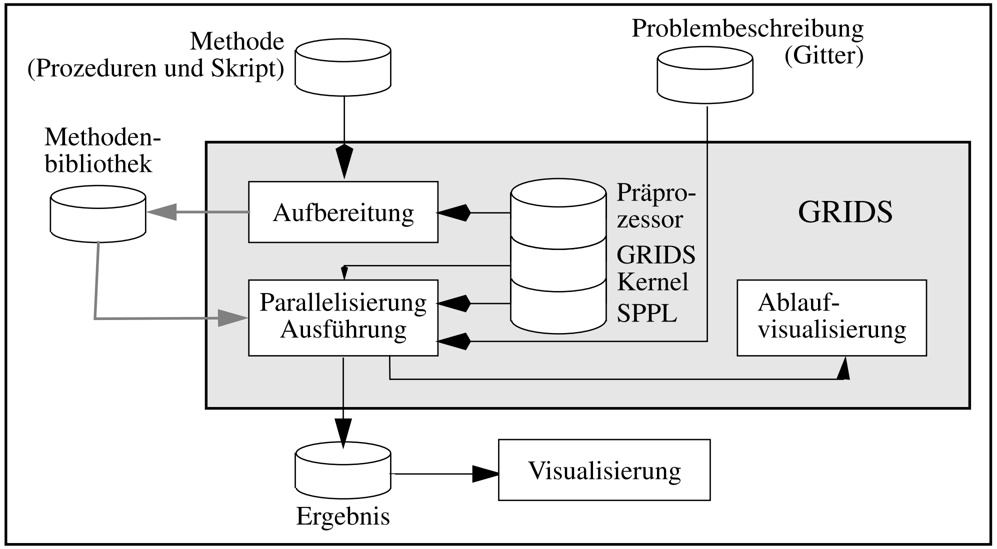
Damit eröffnet GRIDS die Möglichkeit, durch den Einsatz von Parallelrechnern technische Probleme neuer Größenordnung kosteneffizient anzugehen. GRIDS erleichtert den Einstieg in das Parallelrechnen und trägt somit zum Durchbruch dieser innovativen Technologie bei.

Anwendungsbereich

Gezeigt wird ein Prototyp des Programmiersystems GRIDS für gitterbasierte technisch-wissenschaftliche Anwendungen auf Parallelrechnern und Workstationnetzen. Diese wichtige Anwendungsklasse, die u.a. Simulationsprobleme der Strömungsmechanik, der Halbleitertechnik und des Schaltkreisentwurfs umfaßt, eignet sich aufgrund der Lokalität ihrer Methoden besonders zur Parallelisierung.

Benutzerschnittstelle

Die Grundidee des GRIDS Berechnungsmodells ist die Trennung der Problembeschreibung von der Beschreibung der Algorithmen. Die Verwendung einer herkömmlichen, sequentiellen Programmiersprache und der Einsatz zusätzlicher, methodenspezifischer Sprachkonstrukte vereinfacht die Formulierung.



Eine Topologiedatei enthält die Beschreibung des Berechnungsgitters, bestehend aus Elementen unterschiedlichen Typs (Punkte, Kanten, Flächen, Volumina, ...) und deren Nachbarschaftsbeziehungen. Die Lösungsmethode wird in zwei Stufen beschrieben, zum einen durch die Prozeduren für die Iterationsschritte, zum andern durch ein Skript. Das Skript spezifiziert die Reihenfolge der Iterationsschritte und die Gitterbereiche, auf denen sie ausgeführt werden.

Laufzeitsystem

Die Parallelisierung folgt dem Prinzip der Datenparallelität. Das Berechnungsgitter wird partitioniert, so daß eine möglichst gute Verteilung der Rechenlast ereicht und gleichzeitig das Kommunikationsaufkommen minimiert wird. Die Ablaufsteuerung erfolgt lokal auf jeder Partition. Dadurch kann die individuelle Last auf den einzelnen Partitionen bei der Bestimmung der effizientesten Ablauffolge unmittelbar berücksichtigt werden. Gleichzeitig wird eine zentrale Instanz, die bei wachsender Prozessorzahl zum Engpaß werden könnte, vermieden.

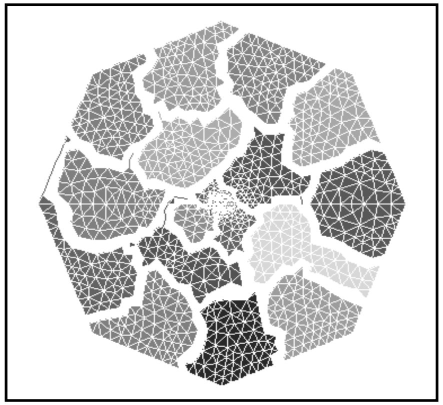
Werkzeuge

Im Zusammenhang mit GRIDS wurden mehrere Werkzeuge zur Unterstützung der Parallelisierung entwickelt, die auch unabhängig von GRIDS eingesetzt werden können.

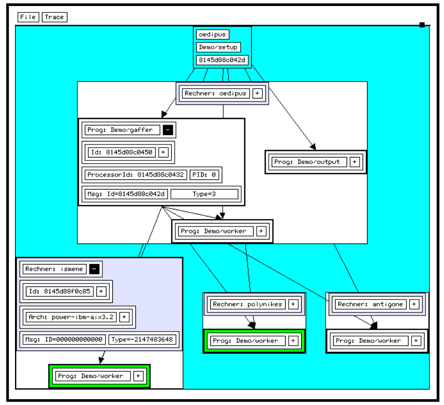
SPPL ist eine Kommunikationsbibliothek zur Untersützung abstrakter Datentypen in Nachrichten auf heterogenen Systemen.

XPDB ist ein paralleler graphischer Debugger zur Analyse des hierarchischen Datenflusses. Die Nachrichten werden in benutzerlesbarer Interpretation statt im Kommunikationsformat angezeigt.

VISU erlaubt die dreidimensionale Darstellung der Partitionen eines Berechnungsgitters.



Darstellung der Partitionierung



XPDB Darstellung

Realisierung

GRIDS wurde für parallele Rechensysteme mit verteiltem Speicher entwickelt. Dazu gehören sowohl „echte“ Parallelrechner als auch Workstationnetze. Alle Systemabhängigkeiten sind in der Kommunikationsbibliothek SPPL als Bestandteil von GRIDS konzentriert. GRIDS kann daher ohne großen Aufwand portiert werden, die Anwendungen bleiben davon unberührt. Die Implementierung des Kernels erfolgte in C, die Iterationsroutinen werden in FORTRAN geschrieben.

Momentan ist GRIDS auf einem Netz aus IBM RS/6000 unter AIX und TCP/IP implementiert. Portierung auf Netze anderer Hersteller einschließlich heterogene Netze sowie auf Parallelrechner der MIMD-Klasse (z.B. Intel Paragon) sind geplant.

Literatur: U. Geuder, M. Härdtner, B. Wörner, R. Zink
GRIDS User’s Guide
Fakultätsbericht, März 1993
Fakultät Informatik, Universität Stuttgart

Ansprechpartner: Dipl.-Inform. Uwe Geuder, Dipl.-Inform. Monika Härdtner,
Dipl.-Inform. Bernhard Wörner, Dipl.-Inform. Roland Zink
IPVR, email: <Vorname.Nachname>@informatik.uni-stuttgart.de