



WAVE ist ein vom BMBF gefördertes Verbundprojekt. Es hat sich zur Aufgabe gemacht hat, eine Toolbox zu entwickeln, die Methoden zur Simulation und Inversion von Wellenfeldern auf hochperformanten Rechnerarchitekturen bereitstellt (HPC-Toolbox).

Zusammenhang

Die Vorhersage der Ausbreitung von Wellen spielt in einer Vielzahl von Anwendungen eine wesentliche Rolle, ohne die die Zukunft in einer technologisch-wissenschaftlich orientierten Welt nicht vorstellbar wäre.

Den **akustischen Lärm von Fahrzeugen** zu verringern oder ein **Flugzeugcockpit vor elektromagnetischer Strahlung zu schätzen**, die **Lage eines Tumors** zu bestimmen oder Fehlstellen in Materialien zu lokalisieren, das ist das Ziel von Vorhersagen auf der Basis der Theorie zur Ausbreitung von harmonischen Wellen.

In der **Explorations-Geophysik** werden mit Hilfe von seismischen oder elektromagnetischen Wellen geologische Schichtungen, Reservoirs oder Speicher im Erdinneren in hoher Auflösung mit wellengleichungsbasierten Verfahren abbildbar. Zudem ist in der **Seismologie** die Simulation von Erdbebenwellen ein wichtiges Hilfsmittel zur Lokalisierung von Erdbeben oder zur Abschätzung und Vorhersage von Erdbebenschäden in den gefährdeten Regionen der Erde.

Herausforderung

Nur mit einer adaptiven und dynamischen Anpassung der Simulationsgebiete kann in Zukunft sinnvoll und ressourcenschonend simuliert werden.

Zur numerischen Lösung der Wellengleichungen werden heutzutage üblicherweise Finite-Differenzen (FD) Verfahren eingesetzt. Die heute gängigen FD-Verfahren diskretisieren das Strukturmodell auf räumlich äquidistanten Gittern, die eine einfache Parallelisierung über eine Gebietszerlegung erlauben. Ein räumlich konstanter Gitterabstand ist für viele Problemstellungen jedoch ungeeignet, da komplexe Modellstrukturen in der Regel eine höhere Abtastung erfordern als homogene Strukturen.

Lösungsansatz

In WAVE sollen daher FD-Verfahren verwendet werden, die eine adaptive (modellangepasste) Diskretisierung durchführen können.

Im Hinblick auf HPC-Anwendungen ist es in diesem Zusammenhang unabdingbar, eine unausgewogene Verteilung der Rechenlast durch eine adaptive dynamische Lastbalancierung auszugleichen, die auch die zunehmende Heterogenität und den hierarchischen Aufbau zukünftiger massiv paralleler HPC-Systeme berücksichtigen kann. Von aktuellen Simulationscodes wird eine Gitterverfeinerung und Lastbalancierung in dieser Form

Implementierung

noch nicht adäquat durchgeführt.

Mittels eines generischen Ansatzes, portabler Algorithmen und adaptiver dynamischer Lastbalancierung zu hoher Skalierbarkeit

Wir verwenden in WAVE einen generischen Ansatz, in dem Anwendungscodes nur einmal entwickelt werden. Eine vom Anwendungscode verwendete Bibliothek für numerische Algorithmen und Datenstrukturen sorgt für die Portabilität. Hohe Skalierbarkeit – ein wichtiger Aspekt bei der Größe künftiger Systeme – soll auch durch adaptive dynamische Lastbalancierung erreicht werden.

Ziele

Das primäre Ziel von WAVE ist daher die Entwicklung, Dokumentation und Bereitstellung einer freien portablen HPC-Toolbox, die drei wesentliche Komponenten beinhaltet:

- **generische numerische Datenstrukturen und Algorithmen**
- **Lastbalancierung**
- **3D Finite-Differenzen-Wellenfeldsimulatoren** für akustische, elastische sowie elektromagnetische Wellen **auf räumlich variablen Gittern**

Damit soll den Eigenschaften von aktuellen und künftigen HPC-Architekturen – insbesondere Größe, Heterogenität und hierarchischer Aufbau – Rechnung getragen werden. Die Toolbox soll für vergleichbare Simulationsverfahren für zeitabhängige physikalische Felder anwendbar sein.



Förderkennzeichen: 01IH15004
Betreuung durch den Projektträger DLR Berlin

Das Karlsruher Institut für Technologie ist mit der Geophysik (Projektkoordination) und der Informatik vertreten. Aus der Geophysik stammt ein Teil der grundlegenden Algorithmen sowie direkt auch einer der Use-Cases, die im Projekt behandelt werden.

Aus der Informatik kommt der Partitionierungsansatz für die sehr gute Verteilung von Daten und Nutzung von Ressourcen auf parallelen Rechnerarchitekturen.

Fraunhofer SCAI ist mit der HPC-Gruppe am Projekt beteiligt. In diesem Projekt wird hier insbesondere an der Weiterentwicklung des parallelen Frameworks LAMA (<http://www.libama.org>) und dessen Integration in die Codes der Use-Case Eigner auf der Basis der HPC-Toolbox gearbeitet werden.

Die Firma TEEC Geophysics ist ebenfalls in dem Projektvorhaben vertreten. Dabei geht es insbesondere darum, die wirtschaftliche Anwendbarkeit der im Projekt entstehenden HPC-Toolbox durch die prototypische Implementation in bestehende Produktionscodes zu demonstrieren.



Kontakt
Prof. Thomas Bohlen
(Koordinator)
Prof. Henning Meyerhenke



Kontakt
Dr. Thomas Soddemann



Kontakt
Dr. Gerald Eisenberg-Klein