



Diplomanden- und Doktorandenseminar  
des Instituts für Informatik

## Hybride Parallisierung von Lattice Boltzmann Simulationen mit MPI und CUDA

Zhenyu Geng, TU Clausthal

CUDA (Compute Unified Device Architecture) ist eine von NVidia gestellte Plattform für die massive Parallelisierung. Die Arbeitsweise von CUDA erfordert eine Kopplung zwischen CPU (Hauptprozessor) und GPU (Grafikprozessor), hierzu werden die betreffenden Daten zunächst an CPU vorbearbeitet und anschließend über BUS-System nach GPU transportiert und dort berechnet. Innerhalb der GPU werden die Cores durch die Befehlssatzstruktur (ISA) von CUDA Schnittstelle für die Parallelisierung organisiert.

Im Rahmen CFD (Computational Fluid Dynamics) wegen der 3D hochaufgelösten Simulationen sind jedoch deutlich leistungsfähigere Rechner gefragt. Da die Kommunikation zwischen CPU-Rechenknoten die Skalierbarkeit der Parallelisierung stark beeinflussen kann, ist GPU aufgrund seiner Architektur zum Lösen linearer Gleichungssystem effizienter.

In der vorliegenden Arbeit wird Lattice Boltzmann Methode eingesetzt, um die Effizienz von CUDA zu untersuchen. Die Lattice Boltzmann Methode ist ein verbreitetes Verfahren zur Berechnung von instationären Strömungen oder Strömungen in komplexen Geometrien. Wichtige Vorteile dieser Methode sind der relativ geringe Speicheraufwand, die hohe Datenlokalität und damit die Möglichkeit, hohe Effizienz auf den derzeit vorhandenen Rechnerarchitekturen zu erzielen. Damit ist die Lattice Boltzmann Methode hervorragend geeignet, numerische Simulationen, die eine hohe Gitterauflösung und großen Rechenaufwand benötigen, durchzuführen. Beispiele sind die Direkte Numerische Simulation (DNS) oder die skalenauflösende Berechnung von Transportvorgängen in porösen Medien.

Durch die Einführung von Graphikprozessoren hat die numerische Strömungsmechanik einen erheblichen Entwicklungsschub erfahren. Dies wurde zudem durch die Einführung von CUDA erleichtert. Hierzu entspricht Lattice-Boltzmann Methode wegen seinem explizierten Verfahren und kurzen Anweisung einer besseren Skalierbarkeit (MLUPS) durch CUDA im Vergleich mit Finite Volumen Methode.

Ein wesentlicher Nachteil für den Einsatz von GPU im Bereich der numerischen Strömungsmechanik liegt darin, dass eine einzelne Grafikkarte für die Berechnungen meistens nicht über ausreichend Speicher verfügt. Aus diesem Grunde ist in eine hybride Parallelisierung mit klassischen Verfahren (MPI) für die Kommunikation zwischen Prozessoren und GPU und CUDA für die Kommunikation innerhalb der GPU notwendig.

Freitag, den 14. Juni 2013

10 Uhr s.t. in Raum 106, IfI, Julius-Albert-Straße 4