

Implementierung und Untersuchung einer hoch effizienten Methode zur Druck-Geschwindigkeits-Kopplung Masterthesis



Fabian Gabel

Kolloquium, XX.XX.2015

Inhalt

Motivation

Aufgabenstellung und Bearbeitung

Implementierung

Performanceuntersuchung

Fazit und Ausblick

Inhalt

Motivation

Aufgabenstellung und Bearbeitung

Implementierung

Performanceuntersuchung

Fazit und Ausblick

Motivation

Herausforderungen für CFD-Applikationen:

- Schnelle Verfügbarkeit von Simulationsergebnissen
- Ergebnisse mit hoher Genauigkeit



- Einsatz robuster Algorithmen
- Skalierbarkeit der Lösungsmethode
- Effizienzsteigerung durch Adaptivität

Abbildung: Gasturbine (VDI)

Motivation

Vollständig gekoppelter Lösungsansatz für Navier-Stokes Gleichungen (Darwish 2009):

- Semi-implizite Druck-Geschwindigkeits Kopplung statt sequentieller Lösung
- Robuster Algorithmus ohne Unterrelaxation

Neue Herausforderung:

- Umgang mit Speicheranforderungen
- Auswahl geeigneter skalierbarer Gleichungslöser

Inhalt

Motivation

Aufgabenstellung und Bearbeitung

Implementierung

Performanceuntersuchung

Fazit und Ausblick

Aufgabenstellung und Bearbeitung

- Implementierung eines vollständig gekoppelten Lösungsansatzes
 - Finite-Volumen Diskretisierung der 3d Navier-Stokes Gleichungen auf block-strukturierten, lokal verfeinerten Gittern mit hängenden Knoten
 - Kopplungsansätze für Temperaturgleichung
 - MPI-Parallelisierung des Lösungsansatzes mit PETSc
- Skalierbarkeitsuntersuchung auf HHLR
- Performancevergleich mit herkömmlichem SIMPLE Verfahren für unterschiedliche Testfälle
 - Manufactured Solution
 - Kanalströmung mit komplexem Hindernis
 - Strömung in beheizter Kavität (Adaption MIT - Benchmark)

Inhalt

Motivation

Aufgabenstellung und Bearbeitung

Implementierung

Performanceuntersuchung

Fazit und Ausblick

Implementierung - Diskretisierung

Implementierung - Temperaturkopplung

Implementierung - Blockränder und Parallelisierung

Behandlung der Blockränder nach Lilek et. al

Implementierung - Assemblierung

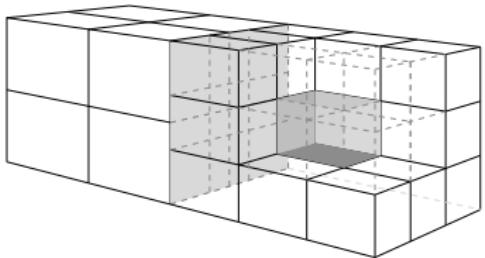
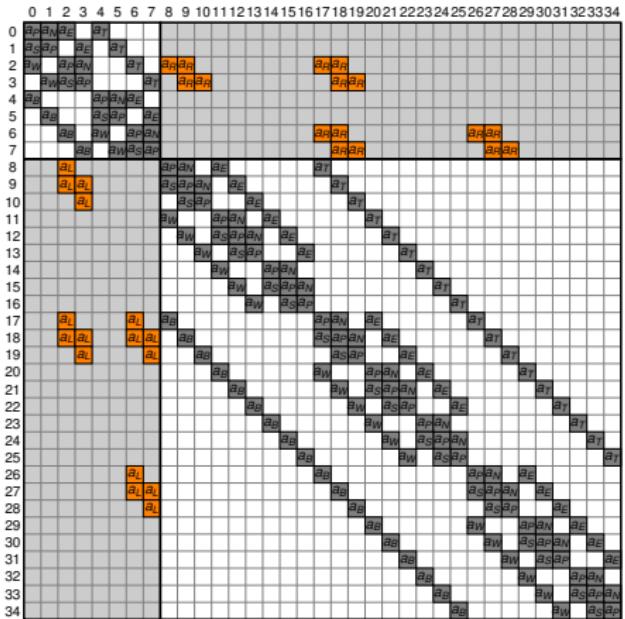
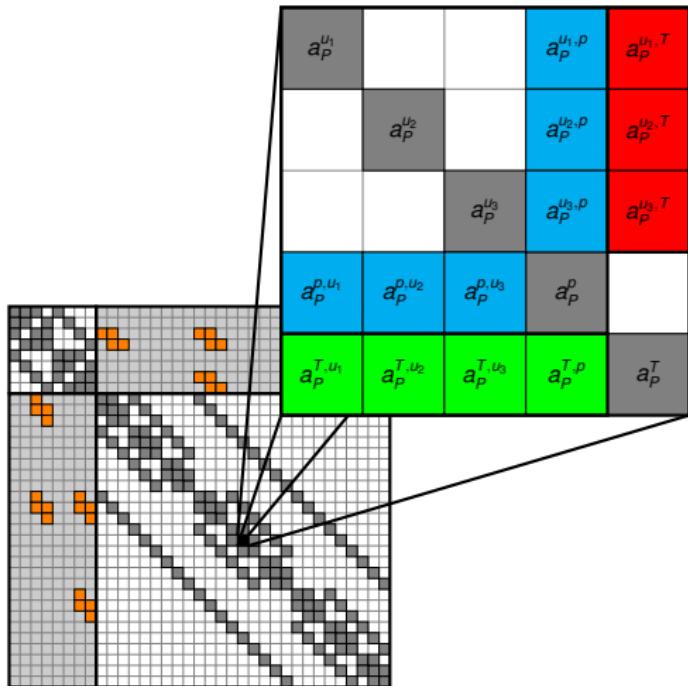


Abbildung: Blockstrukturiertes Gitter und resultierende Matrixbelegung für eine Variable ohne Kopplung



Implementierung - Assemblierung mit Kopplung



- blau: Druck-Geschwindigkeit
- rot: Geschwindigkeit-Temperatur
- grün: Temperatur-Geschwindigkeit/Druck

Implementierung - Lösungsalgorithmus

Inhalt

Motivation

Aufgabenstellung und Bearbeitung

Implementierung

Performanceuntersuchung

Fazit und Ausblick

STREAM Benchmark - Sustainable Memory Bandwidth

Manufactured Solution

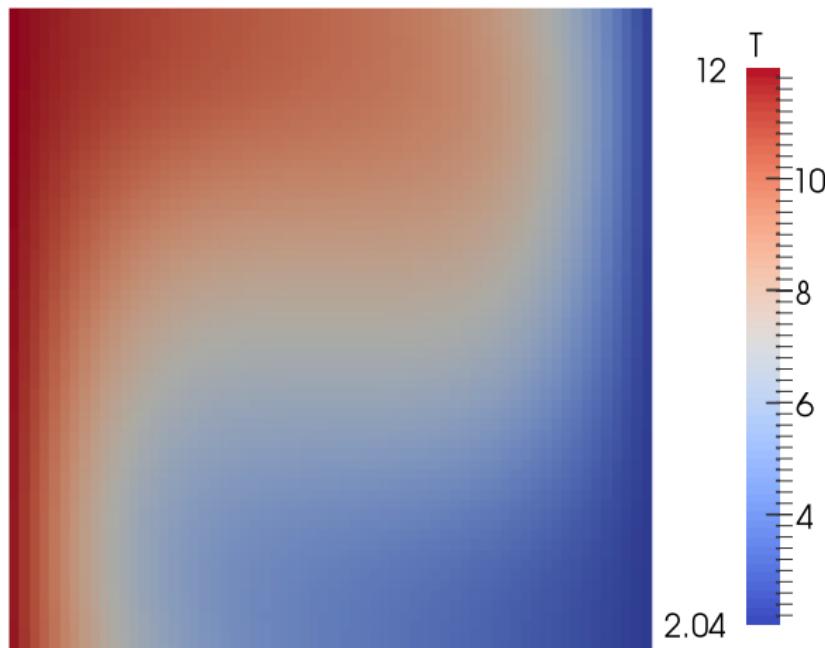
Manufactured Solution - Strong-Scaling

Manufactured Solution - Weak-Scaling

Kanalströmung - Problemstellung

Kanalströmung - Druck-Geschwindigkeitskopplung

Beheizte Kavität - Problemstellung



Beheizte Kavität - Temperaturkopplung

Tabelle: Performance des SIMPLE algorithmus (SEG), des gekoppelten Algorithmus (CPLD) mit impliziter Boussinesq Approximation (TCPLD) und semi-impliziter Temperatur-Geschwindigkeits/Druck-Kopplung (NRCPLD).

Resolution	Solver configuration	Time	No. Non-linear its.
32x32x32	SEG	0.3719E+02	203
	CPLD	0.6861E+02	62
	TCPLD	0.1012E+03	31
	NRCPLD	0.2153E+02	22
64x64x64	SEG	0.1997E+04	804
	CPLD	0.7687E+03	63
	TCPLD	0.1278E+04	59
	NRCPLD	0.4240E+03	17
128x128x128	SEG	0.5197E+05	3060
	CPLD	0.1860E+05	74
	TCPLD	0.1950E+05	50
	NRCPLD	0.6155E+04	18

Inhalt

Motivation

Aufgabenstellung und Bearbeitung

Implementierung

Performanceuntersuchung

Fazit und Ausblick

Fazit

Ausblick