
Aufgabe 9: Lösung der Poisson Gleichung mit OpenMP

Dieses Übungsblatt umfasst zwei Aufgaben zur Programmierung des Jakobi Verfahrens für die Poisson Gleichung mittels OpenMP. Zusätzlich gibte es noch eine Bonus-Aufgabe zur Hybriden Programmierung. Sollten Probleme auftauchen, schreibt bitte an die Mailingliste:

`PPG-16@wr.informatik.uni-hamburg.de`

Aufgabe 9A: Poisson Gleichung mit Jakobi Verfahren (160 Punkte)

Wir gehen jetzt wieder von dem sequentiellen Programm zur Lösung der Poisson-Gleichung aus, betrachten dabei aber nur die Variante des **Jacobi-Verfahrens**. Hierfür sollen jetzt Parallelisierungen mittels OpenMP erstellt werden.

Für den Abbruch nach Iterationen ist eine Anzahl von einer Million Iterationen, sowohl für das sequentielle Programm als auch für die OpenMP Implementierung mit **10 Threads** durchgeführt werden. Bei gleicher OpenMP Implementierung mit **10 Threads** unter Verwendung des Abbruchkriteriums nach Genauigkeit wird diese auf 10^{-8} gesetzt.

Die Lösung der Gleichung basiert auf der Verwendung von 512 Interlines. Bei jedem Lauf soll die Anfangsbelegung und der Endzustand der Matrix ausgegeben werden. Die Berechnungen sind in double precision durchzuführen.

Es sind jeweils die Laufzeiten für insgesamt 3 Vergleichsläufe des sequentiellen Programms und der jeweiligen OpenMP Implementierung in einer Liste einzutragen und abzugeben.

Aufgabe9B: Poisson Gleichung mit Jakobi Verfahren bei Abbruch nach Genauigkeit mit unterschiedlichem Scheduling (Bonus 90 Punkte)

In dieser Aufgabe soll die Implementierung aus Aufgabe 9A mit unterschiedlichen Scheduling Einstellungen und Blockgrößen ausgeführt werden.

Die Einstellung des Scheduling kann über die Umgebungsvariable `OMP_SCHEDULE` gesteuert werden, wenn im source code die parallele Region folgendermaßen gestartet wird

```
!$omp parallel do private(...) schedule(runtime)
```

Die Eingabezeile, um das Programm z.B. mit 10 Threads und dynamischem Scheduling mit Blockgröße 4 zu starten, sieht dann wie folgt aus:

```
$ OMP_SCHEDULE=dynamic,4 OMP_NUM_THREADS=10 ./jacobi.x
```

Folgende Settings sollen getestet werden:

1. Static (Blockgröße 1, 4, 16)
2. Dynamic (Blockgröße 1, 4)
3. Guided

Auch hierzu sind jeweils 3 Läufe zum Vergleich mit den Ergebnissen von Aufgabe 9A zu erstellen. Diesmal ist kein zusätzlicher Vergleich mit dem sequentiellen Programm erforderlich.

Aufgabe9C: Hybride Programmierung mit MPI und OpenMP (Bonus 240 Punkte)

In dieser Aufgabe soll das Jakobi Verfahren zur Lösung der Poisson-Gleichung Hybrid gelöst werden. Dazu soll in die bestehende MPI Implementierung zusätzlich ein Teil mit OpenMP gelöst werden. Die Lösung der Gleichung basiert auf der Verwendung von 512 Interlines. Der kürzeste Lauf soll mindestens 50 Sekunden rechnen. Dazu sind geeignete Parameter auszuwählen.

Anschließend soll hierfür eine Leistungsanalyse erstellt werden. Die Leistungsdaten des Hybrid-Programms sollen in einem Diagramm im Vergleich zur Laufzeit für folgende Konfigurationen dargestellt werden:

- 3 Knoten x 12 Prozesse
- 3 Knoten x 24 Prozesse
- 3 Knoten x 1 Prozess x 12 Threads
- 3 Knoten x 1 Prozess x 24 Threads
- 3 Knoten x 2 Prozesse x 6 Threads
- 3 Knoten x 2 Prozesse x 12 Threads
- 3 Knoten x 12 Prozesse x 2 Threads

Die Messung soll für jeweils 3 Läufe pro Konfiguration durchgeführt werden. Das daraus abgeleitete Diagramm soll kurz beschrieben werden.

Hinweis: Es ist empfehlenswert die Störfunktion $f(x, y) = 2\pi^2 \sin(\pi x) \sin(\pi y)$ zu verwenden, da der erhöhte Rechenaufwand das Skalierverhalten verbessert.

Für die hybride Aufgabe wird im Makefile der Compiler mit

```
mpif90 -fopenmp
```

aufgerufen.

Abgabe

Die auf dem Cluster lauffähigen FORTRAN Programme sollen bis zum Dienstag den 12.7.2016 geschickt werden an:

ppg-abgabe@wr.informatik.uni-hamburg.de

Bitte dabei folgende Form wählen

1. bitte **NUR den Quellcode und das Makefile** schicken,
2. bitte für **jede Aufgabe ein separates Verzeichnis anlegen** und
3. alles **als komprimiertes Archiv .tgz oder zip** schicken! D.h. es soll wirklich nur **ein einzelnes Archiv** geschickt werden!

Als Subject im Kopf der Mail bitte die Angabe: PPG-16 Blatt9 und die Liste der Familiennamen der Personen in der Übungsgruppe.