

# Übungsblatt 4 zur Vorlesung Parallele Programmierung

Abgabe: 06.11.2021, 23:59

Jun.-Prof. Dr. Michael Kuhn (michael.kuhn@ovgu.de)

Michael Blesel (michael.blesel@ovgu.de)

Parallel Computing and I/O • Institut für Intelligente Kooperierende Systeme

Fakultät für Informatik • Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

<https://parcio.ovgu.de>

## 1. Parallelisierungsschema (300 Punkte)

Ziel der kommenden Übungsblätter wird sein, die partdiff-Anwendung mittels OpenMP, POSIX Threads und MPI zu parallelisieren. Zunächst soll ein Parallelisierungsschema erstellt werden. In den Materialien finden Sie eine optimierte serielle Version von partdiff, die für die folgenden Parallelisierungen und das Parallelisierungsschema als Grundlage genutzt werden soll.

Gehen Sie so vor, dass Sie die gesamten Matrixdaten auf die Threads bzw. Prozesse (im Folgenden: Tasks) aufteilen, d. h. jeder Task bearbeitet einen Teil der Daten. Beachten Sie dabei folgendes: Zur Berechnung der Werte einer Zeile benötigt man immer die Werte der darüber- und der darunterliegenden Zeile (siehe folgende Grafik).

...	Matrix[i - 1][j]	...
Matrix[i][j - 1]	Matrix[i][j]	Matrix[i][j + 1]
...	Matrix[i + 1][j]	...

Wenn also die zu berechnende Zeile die erste oder letzte des Blockes eines Tasks ist, so wird die benötigte Nachbarzeile von einem Nachbartask verwaltet; dieser muss sie dann unter Umständen weitergeben. Gleichmaßen muss man, wenn man eine Randzeile neu berechnet hat, sie unter Umständen an den entsprechenden Nachbartask weitergeben. Die Problematik liegt darin, dies zum richtigen Zeitpunkt mit den richtigen Werten zu tun. Je nachdem, ob auf gemeinsamem oder verteiltem Speicher gearbeitet wird, unterscheidet sich die Weitergabe der Randzeilen. Überlegen Sie sich außerdem, welche Tasks auf welche Variablen zugreifen müssen und ob dadurch Konflikte entstehen können.

Beachten Sie auch, dass der Berechnungsablauf bei den beiden Verfahren (Jacobi und Gauß-Seidel) unterschiedlich ist und somit auch das Kommunikationsschema unterschiedlich ausfallen wird. Beachten Sie weiterhin, dass der erste und der letzte Task keinen vorhergehenden bzw. nachfolgenden Nachbartask mehr haben.

Um das Speicherverhalten zu optimieren, dürfen die Tasks bei verteiltem Speicher nur die benötigte Teilmatrix im Speicher halten. Somit können später auch Probleme berechnet werden, welche nicht in den Hauptspeicher eines einzelnen Knotens passen.

Gehen Sie auch auf Probleme ein, die sie bei der Beendigung des Programms feststellen. Geben Sie für jeden der Fälle eine kurze Beschreibung an, welche Probleme auftreten könnten, und welche Mittel Sie zu deren Lösung vorschlagen würden (falls eine Lösung möglich scheint).

Diskutieren Sie dabei mindestens die folgende Punkte ausführlich.

1. Beschreibung der Datenaufteilung der Matrix auf die einzelnen Tasks
  - Welche Daten der Matrix werden von welchem Task verwaltet?
  - Visualisieren Sie die Datenaufteilung mit geeigneten Grafiken.
2. Parallelisierungsschema für das Jacobi-Verfahren
  - Beschreiben Sie aus Sicht eines Tasks, wann die Berechnung und wann die Kommunikation mit seinen Nachbarn erfolgt. Unterscheiden Sie nach gemeinsamem und verteiltem Speicher.
  - Welche Daten benötigt der Task von seinen Nachbarn und wann tauscht er die Daten aus?
  - Auf welche Variablen bzw. Daten muss welcher Task zugreifen?
3. Parallelisierungsschema für das Gauß-Seidel-Verfahren (siehe Jacobi)
4. Diskussion der Abbruchproblematik
  - Es sind vier Fälle zu betrachten: Abbruch nach Iterationszahl und Genauigkeit für jeweils Jacobi und Gauß-Seidel.
  - Wann wird ein Task feststellen, dass das Abbruchkriterium erreicht wurde und er seine Arbeit beenden kann?
  - In welcher Iteration befindet sich ein Task im Vergleich zu seinen Nachbarn, wenn er das Abbruchkriterium erreicht?

## Abgabe

Als Abgabe erwarten wir ein gemäß den Vorgaben benanntes komprimiertes Archiv (MustermannMusterfrau.tar.gz), das ein gemäß den Vorgaben benanntes Verzeichnis (MustermannMusterfrau) mit folgendem Inhalt enthält:

- Eine Datei gruppe.txt mit den Gruppenmitgliedern (eines je Zeile) im folgenden Format:  
Erika Musterfrau <erika.musterfrau@example.com>  
Max Mustermann <max.mustermann@example.com>
- Eine Datei parallelisierungsschema.pdf mit Ihren Antworten (Aufgabe 1)

Laden Sie das Archiv unter einer der folgenden URLs hoch:

1. Dienstag 7–9 Uhr (Julian Benda): <https://cloud.ovgu.de/s/Aowas5P3xNZ34Xy>
2. Mittwoch 15–17 Uhr (Michael Blesel): <https://cloud.ovgu.de/s/2f9y492RrLnedLs>
3. Mittwoch 15–17 Uhr (Johannes Wünsche): <https://cloud.ovgu.de/s/8GoLKK7XieknCni>