

Übungen zu „Parallele Programmierung“, SS 2005

Nr. 8, Abgabe der Aufgaben: 9.Juni 2005 vor der Vorlesung

Aufgaben

8.1 Matrixmultiplikation in C und MPI

6 Punkte

Schreiben Sie in C und MPI ein Programm, das die Matrixmultiplikation nach der Methode von Gentleman (vgl. Einführung) realisiert. Die sehr feine Granularität soll durch eine Unterteilung in Submatrizen angehoben werden. Deren Dimension soll über Parameter gesteuert werden können.

8.2 Kollektive Reduktion in MPI

6 Punkte

Der MPI-Standard spezifiziert die Reduktion eines über mehrere Prozessoren verteilten Feldes mit einer assoziativen (und evtl. kommutativen) binären Operation (etwa der Summation zweier Elemente) als kollektive Operation `MPI_REDUCE`. Wird das Ergebnis auf alle Prozessoren verteilt, so handelt es sich um eine `MPI_ALLREDUCE`-Operation.

```
MPI_Allreduce(void* sendbuf, void* recvbuf, int count,  
              MPI_Datatype datatype, MPI_Op op, MPI_Comm comm)
```

Gleichzeitig kann mehr als ein Element pro Prozessor kombiniert werden. Das an `MPI_ALLREDUCE` übergebene Array `sendbuf` der Länge `count` wird dann elementweise kombiniert.

Die Implementierung von `MPI_ALLREDUCE` kann als Kombination von Reduce (als Binärbaum) und nachfolgendem Broadcast oder mit einem Butterfly-Schema erfolgen. Falls `count` groß ist, kann außerdem im Butterfly-Schema das zu bearbeitende Array sukzessiv halbiert werden, um die Datenmenge zu reduzieren, wobei dann nach der Reduktion die Teilergebnisse wieder verteilt werden müssen.¹

Wir vergleichen die genannten Alternativen mit einem *Kostenmodell*, welches den Zeitbedarf für Kommunikation und binäre Operation berücksichtigt. Eine einzelne binäre Operation benötige die Zeit γ , p sei die Zahl der beteiligten Prozessoren und n die Arraylänge (Parameter `count`). Die Zeit zur Kommunikation von m Daten von einem Prozessor zum anderen sei mit $\alpha + m \cdot \beta$ abgeschätzt (α ist konstanter Anteil pro Nachricht, β der Zeitbedarf pro Datenelement).

- Drücken Sie den Zeitbedarf der drei Implementierungen als Funktion der genannten Parameter aus. Zur Vereinfachung seien p und `count` Zweierpotenzen.
- Formulieren Sie mit Hilfe der Parameter im Kostenmodell Bedingungen, unter denen jeweils eine bestimmte Alternative optimal ist.

¹Mehr zu diesem Thema: Rolf Rabenseifner: Optimization of Collective Reduction Operations.
<http://www.hlr.de/people/rabenseifner/publ/publications.html>