

Simulation wissenschaftlich-technischer Systeme mit Höchstleistungsrechnern

Prof. Dr.-Ing. Resch

Bearbeitungszeit: 60 Minuten

Aufgabe 1: Was ist und wozu dient ein Supercomputer?

Ein Supercomputer ist ein Computer, der zu den schnellsten seiner Art zählt. Er dient dazu Probleme zu lösen, die mit herkömmlichen Computern nicht oder nur in extrem langer Zeit gelöst werden könnten.

Aufgabe 2:

- a) Beschreiben Sie Shared Memory Systeme.
Gemeinsamer Zugriff auf den Hauptspeicher. Es gibt kein lokales Memory. Alle CPUs greifen mit der gleichen Geschwindigkeit auf den Speicher zu.
- b) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen einem Bus und einem Switch anhand eines Shared Memory Computers.
In einem BUS kann nur eine CPU gleichzeitig auf den Speicher zugreifen. Beim Switch können mehrere CPUs gleichzeitig zugreifen. Daher haben BUS-basierte Systeme geringere Leistung als Switch-basierte.

Aufgabe 3:

Beschreiben Sie, wie ein Distributed Memory System programmiert werden kann.

- a) Wie heisst das zugehörige Programmiermodell?
- b) Welche wesentlichen Konstrukte kennt es?
- c) Welcher Vor- bzw. Nachteile hat diese Art der Programmierung?

Die Programmierung eines Distributed Memory Systems erfolgt durch Message Passing. Die Standardisierung von Message Passing ist MPI. Die wesentlichen Konstrukte sind das Senden einer Nachricht, das Empfangen einer Nachricht sowie Konstrukte zur Verwaltung von Prozessen.

Die Vorteile liegen in der großen Flexibilität, der hohen erzielbaren Leistung auf größeren Systemen sowie der einfachen Portierbarkeit der Programme.

Die Nachteile liegen in der hohen Komplexität, dem hohen Aufwand für die Programmierung sowie den damit verbundenen hohen Kosten.

Aufgabe 4:

a) Schätzen Sie für folgende Rechnerkonfigurationen die erzielbare Leistung ab. Welches System ist besser geeignet für das Programm? Warum?

Konfiguration 1:

- MPP mit 2048 Prozessoren
- Spitzenleistung: 10 GFLOPS/Prozessor.
- Die erzielbare Leistung für das Programm ist 20% der theoretischen Spitzenleistung des Einzelprozessors
- Der Parallelisierungsgrad sei 99%.

Konfiguration 2:

- PVP mit 512 Prozessoren
- Spitzenleistung: 20 GFLOPS/Prozessor
- Die erzielbare Leistung für das Programm ist 30% der theoretischen Spitzenleistung des Einzelprozessors
- Der Parallelisierungsgrad sei 99%

Speedup zu berechnen als:

$$Sp = 1/((1-q)/p)+q)$$

Mit

q ... sequentieller Anteil

p ... Anzahl der Prozessoren

Leistung = Sp*Einzelprozessorleistung

Konfiguration 1:

Speedup = 95,39

Einzelprozessorleistung = $10 \cdot 0,2 = 2$

Leistung = $95,39 \cdot 2 = 190,78$

Konfiguration 2:

Speedup = 83,8

Einzelprozessorleistung = $20 \cdot 0,3 = 6$

Leistung = $83,8 \cdot 6 = 502,78$

Konfiguration 2 ist besser geeignet weil die erzielbare Leistung rund 2,5 mal über der von Konfiguration 1 liegt.

b) Ein Cluster von PCs kann zu denselben Kosten wie die oben beschriebenen beiden Konfigurationen beschafft werden. Er hätte folgende Leistungsdaten

- 4096 Prozessoren
- Spitzenleistung: 6 GFLOPS/Prozessor
- Die erzielbare Leistung für das Programm ist 7% der theoretischen Spitzenleistung des Einzelprozessors
- Der Parallelisierungsgrad sei 99%

Berechnen Sie die maximal erzielbare Leistung. Warum liegt diese so deutlich unter der Leistung der beiden anderen Systeme obwohl die Anzahl der Prozessoren so viel höher ist?

PC-Cluster

Speedup = 97,64

Einzelprozessorleistung = $6 \cdot 0,07 = 0,42$

Leistung = $97,64 \cdot 0,42 = 41,01$

Die Leistung liegt deshalb so deutlich unter der der anderen Systeme weil die geringe Prozessorleistung durch die große Prozessoranzahl nicht wettgemacht werden kann. Die Limitierung durch den Grad der Parallelisierung erlaubt keinen größeren Speedup.