

Simulation wissenschaftlich-technischer Systeme mit Höchstleistungsrechnern

Prof. Dr.-Ing. Resch

Bearbeitungszeit: 120 Minuten

Aufgabe 1: MPI

- a) ordnen sie diese Bibliothek einem parallelen Programmiermodell zu
MPI -> Message Passing. Explizite Verteilung und Verschicken von daten. Explizite Verteilung der Arbeit.
- b) ordnen Sie das Modell einem Architekturkonzept von Supercomputern zu
Distributed Memory – verteilter Hauptspeicher
- c) beschreiben Sie die grundlegenden Funktionen von MPI
Send/Recv/Prozesskontrolle
- d) definieren Sie Speedup und Effizienz
 $S = t_1/t_N$ Wobei N die Anzahl der Prozessoren ist und mit t die Zeit bezeichnet wird
 $E = S/p$

Aufgabe 2:

- a) Beschreiben Sie shared memory Systeme
Alle Prozessoren teilen sich den Hauptspeicher. Die Zugriffszeiten zum Speicher sind von allen Prozessoren aus gleich (Uniform Memory Access). Der Zugriff zum gemeinsamen Hauptspeicher erfolgt über ein schnelles Netz
- b) Beschreiben Sie distributed memory Systeme
Alle Prozessoren haben einen eigenen Hauptspeicher. Die Zugriffszeiten auf den eigenen Speicher sind erheblich kürzer als auf den Speicher anderer Prozessoren. Der Zugriff auf den Speicher anderer Prozessoren erfolgt über ein schnelles Netz.
- c) Wie sind Cluster von Mehrprozessor PCs einzuordnen?
Mehrprozessor PCs sind shared memory Systeme. Ein Cluster ist ein Distributed Memory System. Cluster von Mehrprozessor PCs sind daher als hybride Systeme einzustufen.
- d) Erklären Sie das Konzept von Vektorprozessoren
Abarbeitung von Operationen in einem Pipelining-Prozess. Schnelle Vektorregister sichern den schnellen Zugriff auf den Hauptspeicher.

Aufgabe 3:

- a) Herkömmliche Mikroprozessoren leiden an der Langsamkeit des Hauptspeichers. Beschreiben Sie mit zwei Begriffen die Geschwindigkeit des Hauptspeichers und diskutieren Sie die Auswirkungen der beiden Parameter auf die Leistung des Systems.
Die Geschwindigkeit des Hauptspeichers wird durch die Bandbreite und die Latenz ausgedrückt. Hohe Latenz reduziert die Leistung ebenso wie niedrige Bandbreite. Anzustreben sind niedrige Latenzen und hohe Bandbreiten.
- b) Beschreiben Sie wie man versuchen kann das Problem zu umgehen.
Das Problem langsamer Speicher lässt sich durch den Einsatz von Caches lösen. Auch durch den Einsatz von Registern. Ein wichtiges Konzept ist das Latency-Hiding bei dem während der Bearbeitung von Daten bereits die nächsten Daten geladen werden. Berechnung und Laden von Daten werden parallel durchgeführt.
- c) Die beiden unter a) genannten Parameter beschreiben auch die Leistungsfähigkeit anderer Komponenten eines Supercomputers. Welche sind das und wie beeinflussen die beiden Parameter dort die Leistung?
Internes Netzwerk sowie Plattenspeicher. In beiden Fällen bestimmen Latenz und Bandbreite die Leistung.

Aufgabe 4:

Ihr Prozessor kann eine Multiplikation sowie eine Addition gleichzeitig durchführen. Zeigen Sie, ob und wie diese Parallelität für folgende Anweisung genutzt werden kann.
 $X = (a+b) * (c+d) * (e+f) * (g+h)$

Tabelle

	(a	+b)	*(c	+d)	*(e	+f)	*(g	+h)
Schritt 1	x							
Schritt 2			x					
Schritt 3			x		x			
Schritt 4				x			x	
Schritt 5						x		

Aufgabe 5:

Von zwei Herstellern erhalten Sie folgende Angebote:

Hersteller	CPU-Geschwindigkeit	#Prozessoren
A	22 GFLOP/s	512
B	10 GFLOP/s	2048

Die Anwendung, die Sie auf einem der beiden Rechner laufen lassen wollen hat folgende Charakteristik:

Parallelisierungsgrad: 99,95%

Leistung auf einem Prozessor von Hersteller A: 40% der Spitzenleistung auf einem Prozessor

Leistung auf einem Prozessor von Hersteller B: 18% der Spitzenleistung auf einem Prozessor

Welches System liefert die höhere Leistung für Ihre Anwendung?

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

Mit

q ... sequentieller Anteil

p ... Anzahl der Prozessoren

Leistung = S_p * Einzelprozessorleistung

Hersteller A:

Speedup = 407,8

Einzelprozessorleistung = $22 * 0,4 = 8,8$

Leistung = $407,8 * 8,8 = 3588,6$ GFLOP/s

Hersteller B:

Speedup = 1012,12

Einzelprozessorleistung = $10 * 0,18 = 1,8$

Leistung = $1012,12 * 1,8 = 1821,8$

Der Rechner des Herstellers A liefert bei erheblich mehr Leistung und ist daher dem Produkt von Hersteller B vorzuziehen.