



Halle, 14. Oktober 2003

Rechnerarchitektur und Rechnerorganisation (WS 2003/04)

Übungsserie 1

Aufgabe 1.1. (2 Punkte)

Begründen Sie in Ihren eigenen Worten, warum bei der Umsetzung eines Programmes vom Maschinenspracheebene auf die digitale Ebene nicht übersetzt, sondern nur interpretiert werden kann.

Aufgabe 1.2. (5 Punkte)

Nehmen Sie an, daß in einem Prozessor für ein Programm die Ausführungszeit einiger Operationen um einen bestimmten Faktor beschleunigt wurde.

- a) Beschreiben Sie die Ausführungszeit t_n des Gesamtprogrammes in Abhängigkeit von t_b , t_u und α . Dabei sei t_b die Ausführungszeit der Operationen des Programmes, die von der Verbesserung beeinflusst und t_u die Ausführungszeit der Operationen, die von der Verbesserung unbeeinflusst werden. Die Verbesserung werde durch den Faktor α bezeichnet.

Dieser Zusammenhang wird auch als die erste Version des Gesetzes von Amdahl bezeichnet.

Wieviel Zeit benötigt ein Programm nach der Verbesserung um den Faktor 3, wenn es vorher 100 Sekunden zur Ausführung brauchte und 50 % durch die Verbesserung beschleunigt werden?

- b) Das Gesetz von Amdahl ist eine andere Darstellung für den *Speedup*. Der Speedup s selbst gibt das Verhältnis zwischen der Ausführungszeit t_n des Programmes vor der Verbesserung und der Ausführungszeit t_v des Programmes nach der Verbesserung an. Ein Speedup von $s > 1$ signalisiert eine Leistungssteigerung.

Beschreiben Sie den Speedup s in Abhängigkeit von t_v , t_b und α auf. (*Bezeichnungen analog Teilaufgabe a.*)

Ein Programm benötigt vor der Verbesserung 100 Sekunden. Ein Teil dieses Programmes wird um den Faktor 3 beschleunigt. Wieviel der anfänglichen Ausführungszeit muß durch die Verbesserung beeinflusst werden, um einen Speedup von 2 zu erhalten?

Aufgabe 1.3. (5 Punkte)

Mit *CPI* (clock cycles per instruction) wird die Anzahl der durchschnittlichen Taktzyklen für eine Klasse von Befehlen eines Prozessors bezeichnet. Für drei verschiedene Prozessoren seien für drei verschiedene Klassen A, B und C von Befehlen die CPI-Werte gegeben mit:

Klasse	CPI-Wert Prozessor 1	CPI-Wert Prozessor 2	CPI-Wert Prozessor 3
A	1	2	2
B	3	1	2
C	3	2	1

Mittels verschiedener Optimierungen kann ein Compiler aus einem gegebenen Programm drei verschiedene Codesequenzen X, Y und Z mit folgender Anzahl von Befehlen einer Klasse erzeugen:

Sequenz	Klasse A	Klasse B	Klasse C
X	4	1	1
Y	2	1	3
Z	3	1	2

- Für welche Codesequenz sollte sich der Compiler bei jedem einzelnen Prozessor entscheiden?
- Eine Maschine mit Prozessor 2 koste 15 000 € und eine Maschine mit Prozessor 3 koste 20 000 €. Welchen prozentualen Mindestanteil am Gesamtprogramm müßte die jeweils vom Compiler gewählte Codesequenz haben, um Prozessor 3 gegenüber Prozessor 2 vorzuziehen?

Gehen Sie dabei von nachstehenden Eckdaten aus.

- das Restprogramm wird auf allen Prozessoren mit CPI-Wert 2 ausgeführt
- geplante Nutzungsdauer ist 3 Jahre mit jeweils 365 Tagen
- Taktfrequenz ist jeweils 400 Mhz
- Bewertung von 1 Milliarden zusätzlichen Befehlen mit 1 Cent

Aufgabe 1.4. (4 Punkte)

Zeigen Sie mittels vollständiger Induktion die Gültigkeit von

$$\forall n \geq 0 : \sum_{i=0}^n 2^i = 2^{n+1} - 1.$$

Führen Sie die einzelnen Schritte des Induktionsanfanges, der Induktionsvoraussetzung, der Induktionsbehauptung und des Induktionsschrittes aus.