

1. Übung für die Vorlesung Rechnerorganisation

Sommersemester 2019

Abgabe: Donnerstag, 18.04.2019, vor Beginn der Vorlesung

Aufgabe 1. *CPI*

4 P.

Gegeben seien zwei verschiedene Implementierungen I_1 , I_2 eines Instruktionssatzes (siehe Tabellen 1 und 2).

Taktfrequenz: 500 MHz	
Instruktionsklasse	CPI für diese Klasse
<i>A</i>	1
<i>B</i>	2
<i>C</i>	3
<i>D</i>	4

Tabelle 1: Implementierung I_1

Taktfrequenz: 750 MHz	
Instruktionsklasse	CPI für diese Klasse
<i>A</i>	2
<i>B</i>	2
<i>C</i>	4
<i>D</i>	4

Tabelle 2: Implementierung I_2

1. Nehmen Sie an, dass Instruktionen aus den verschiedenen Klassen $A - D$ in einem Programm gleich häufig auftreten. Welche der beiden angegebenen Implementierungen kann dieses Programm schneller bearbeiten? Geben Sie den Faktor für das Verhältnis an.
2. Steigern Sie die Taktfrequenz des "langsameren" Rechners so, dass er das gegebene Programm in der gleichen Zeit, wie der "schnellere" Rechner bearbeiten kann.

Aufgabe 2. *Speedup*

6 P.

Sie sind mit der Verbesserung eines bestehenden Instruktionssatzes beauftragt worden. Dabei haben Sie herausgefunden, dass Sie Multiplikationsinstruktionen viermal schneller und Speicherzugriffe zweimal schneller realisieren können als zuvor. Der Benchmark, mit dem Sie Ihre Verbesserung analysieren, benötigt vor der Verbesserung 100 Sekunden und besteht zu 20% aus Multiplikationen und zu 50% aus Speicherzugriffen.

Berechnen Sie den "Speedup", d.h. das Verhältnis der Laufzeiten vor und nach den Veränderungen, wenn Sie

1. nur die Multiplikationen verbessern.
2. nur den Speicherzugriff verbessern.
3. beide Operationen verbessern.

Aufgabe 3. Prozessor-Performance

8 P.

Gegeben sei der folgende Prozessor, auf dem ein Programm ausgeführt werden soll, dessen Berechnung insgesamt $100s$ dauert (vgl. Abb. 1). Dabei kann nur eine der vier Einheiten gleichzeitig aktiv sein.

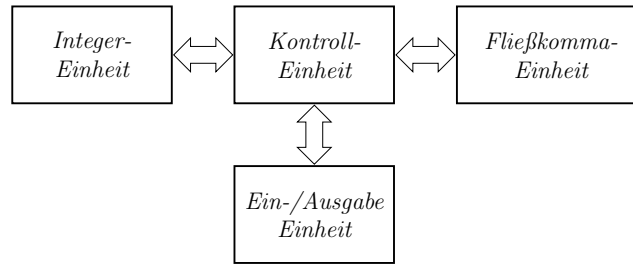


Abbildung 1: Prozessor

Die Integer-Einheit wird mit $f_I = 300$ MHz betrieben, und beansprucht $t_I = 10s$ der Programmlaufzeit. Die Fließkomma-Einheit ist mit $f_F = 0.5 * f_I = 150$ MHz getaktet und beansprucht $t_F = 60s$ der Programmlaufzeit.

Die Kontroll-Einheit wird mit einer festen Taktrate von 100 MHz betrieben und beansprucht $t_C = 10s$ der Laufzeit. Für Ein- und Ausgabe werden insgesamt $t_L = 20s$ benötigt.

1. Um welchen Faktor müsste f_I (und somit auch f_F) gesteigert werden, damit das Gesamtsystem das Programm doppelt so schnell abarbeitet? Wo liegt die theoretische Steigerungsgrenze?
2. Wie verändert sich die Leistung des Systems aus Teilaufgabe (1), wenn man die Kontroll-Einheit auf $f'_C = 200$ MHz ($t_C = 5s$) beschleunigt?
3. Ein kompatibles System werde (bei der Berechnung des gleichen Programms) mit den folgenden Parametern betrieben: Bei einer Grundtaktfrequenz von $\hat{f} = 100$ MHz benötigt die Int.-Einheit $\hat{t}_I = 25s$ (bei $\hat{f}_I = 3 * \hat{f}$). Die Fließkomma-Einheit arbeitet bei $\hat{f}_F = 2 * \hat{f}$ und benötigt $\hat{t}_F = 45s$. Die Kontroll-Einheit wird mit \hat{f} betrieben und benötigt $8s$. Ein- und Ausgabe bleiben bei $20s$. Welche Grundfrequenz \hat{f} wird benötigt, damit dieses System die gleiche Leistung wie der Prozessor aus Teilaufgabe (1) erreicht?
4. Das System aus Teilaufgabe (3) wurde weiter entwickelt, sodass dessen Integer-, Fließkomma- und Ein/Ausgabe-Einheiten gleichzeitig arbeiten können. Welche Grundtaktfrequenz \hat{f} wird nun benötigt, um die gleiche Leistung zu erreichen wie in Teilaufgabe (1).