

64-041 Übung Rechnerstrukturen und Betriebssysteme



Aufgabenblatt 2 Ausgabe: 25.10., Abgabe: 01.11. 24:00

Gruppe	
Name(n)	Matrikelnummer(n)

Aufgabe 2.1 (Punkte 10+10)

„Gute“ Programmierung: Durch Optimierung der Software kann die Leistung eines Computersystems oft erheblich verbessert werden. Nehmen wir an, die CPU (Central Processing Unit) eines Rechners kann eine Multiplikation in 3 ns und eine Addition/Subtraktion in 1 ns ausführen.

- (a) Wie lange dauert auf dieser CPU die Auswertung eines Polynoms fünften Grades direkt nach der Formel $y = (a \cdot x^5 + b \cdot x^4 + c \cdot x^3 + d \cdot x^2 + e \cdot x + f)$?

Wie lange benötigt die CPU dagegen, wenn das Polynom nach dem Horner-Schema berechnet wird? — z.B.: de.wikipedia.org/wiki/Horner-Schema.

- (b) Der Ausdruck $y = (x^2 + 4 \cdot x + 4)^{10}$ soll mit den Operationen Addition und Multiplikation möglichst effizient berechnet werden. Dazu können Sie die Variablen a, b, \dots für Zwischenergebnisse verwenden. Wie viele Rechenoperationen werden benötigt und welche Ausführungszeit ergibt sich für die Berechnung des Ausdrucks?

Aufgabe 2.2 (Punkte 15)

Hardware vs. Software: In welcher Hinsicht sind Hardware und Software gleichwertig, bzw. nicht gleichwertig? Schreiben Sie kurz Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf.

Aufgabe 2.3 (Punkte 10+10+10)

Leistungsverbrauch: Vor 10 Jahren wurde die CPU eines (damals) schnellen Desktop-PCs (z.B.: Intel i7-4930K, 22 nm Fertigungsprozess) mit einer Taktrate von 3,4 GHz betrieben.¹ Die CPU hat 6 Kerne, von denen jeder bei voller Auslastung der Recheneinheiten, 7 Operationen gleichzeitig durchführen kann (64-bit Addition, Multiplikation, Sprungberechnung usw. — allerdings ein eher theoretischer Wert). Dabei beträgt die (Dauer-) Leistungsaufnahme des Chips etwa 130 W.

- Die Chipgröße dieses Prozessors ist $256,5 \text{ mm}^2$. Welche Leistungsdichte (W/cm^2) ergibt sich daraus? Vergleichen Sie den Wert mit dem entsprechenden Wert für eine elektrische Herdplatte mit 2100 W Leistung und 20 cm Durchmesser.
- Ein Smartphone verfügt über einen Akku mit einer Spannung von 3,8 V und einer Kapazität von 2850 mAh. Bei hoher Last (Internetnutzung, Videowiedergabe) läuft das Gerät 10 Stunden, dabei werden ca. 60 % der elektrischen Energie im Prozessor verbraucht. Die CPU verarbeitet dabei ca. 4 G Operationen pro Sekunde. Welcher Leistungsverbrauch ergibt sich in diesem Fall für den Prozessor und wie sieht die Leistungsdichte (W/cm^2) aus, wenn der Chip eine Fläche von 83 mm^2 hat?
- Welcher Energieverbrauch ergibt sich pro Rechenoperation für die beiden Prozessoren aus (a) und (b)?

Aufgabe 2.4 (Punkte 15+10+10)

Stellenwertsystem: Auf den Vorlesungsfolien wird in Kapitel 2, auf Folie 102, die Zahl 25 in einem Stellenwertsystem² zur Basis 3 angegeben: $25 = 2 \cdot 3^2 + 2 \cdot 3^1 + 1 \cdot 3^0$

- Laut Statistischem Bundesamt hatte Deutschland am 30. Juni 84 482 267 Einwohner. Schreiben Sie diesen Wert in einem Zahlensystem zur Basis 5, also als $\sum_{i=0}^n x_i \cdot 5^i$, $x_i = [0 \dots 4]$
- Aus welchem (technischen) Grund ist das Stellenwertsystem zur Basis 2, das *Dualsystem*, interessant.
- Wie sieht das mit anderen Zahlenbasen aus: was könnte für eine Basis 3, 4 oder 5 sprechen und was dagegen? Und warum nutzt man nicht das Dezimalsystem?

Tipp: Denken Sie dabei an die Speicherung und die Verarbeitung von Information.

¹Wie auch bei aktuellen Prozessoren gab es *boost*-Funktionen, die einzelne Kerne schneller takten konnten, dies soll hier aber nicht weiter betrachtet werden.

²siehe Kapitel 3 oder beispielsweise de.wikipedia.org/wiki/Stellenwertsystem