

# Übungsblatt 1

## Rechnerarchitektur im SoSe 22

### Zu den Modulen A, B

- Abgabetermin:** 08.05.22, 18:00 Uhr  
**Besprechung:** T-Aufgaben: 02.05.22 - 06.05.22, H-Aufgaben: 09.05.22 - 13.05.22  
**Ankündigungen:** Herzlich willkommen zum Übungsbetrieb zur Vorlesung Rechnerarchitektur. Bitte melden Sie sich zu den Übungsgruppen auf Uni2Work an. Beachten Sie dazu auch die Hinweise auf dem Merkblatt. Um kurzfristige Ankündigungen nicht zu verpassen, bitten wir Sie auch regelmäßig die Website zur Vorlesung zu besuchen.

### Aufgabe 1: (T) Bunte Bilder

(- Pkt.)

Manche Digitalkameras der 16-Megapixel-Klasse haben eine Auflösung von  $4992 \times 3328$  Punkten (Pixeln). (Das bedeutet, ein Foto besteht aus  $4992 \times 3328$  Punkten). Gehen Sie bei den folgenden Aufgaben davon aus, dass  $1 \text{ KB} = 2^{10}$  Byte entspricht.

- a. Wie viel Speicher (in Bytes, KB und MB) wird benötigt, um ein unkomprimiertes Bild zu speichern, wenn
  - (i) jedes Pixel nur schwarz oder weiß ist?
  - (ii) für jedes Pixel 8-Bit Graustufen verwendet werden?
  - (iii) für jedes Pixel drei (rot, grün und blau) 8-Bit Farbskalen verwendet werden?
- b. Wie viel Speicher (in GB) wird benötigt, um - ohne Kompression - eine Minute Film zu speichern, wenn die Kamera 25 Bilder pro Sekunde aufzeichnet? Geben Sie die Antwort wieder für
  - (i) Schwarz-Weiß-Bilder,
  - (ii) 8-Bit Graustufen-Bilder und
  - (iii) 3\*8 Bit-Farbbilder an.
- c. Wie viele Sekunden unkomprimierten Videos können auf einer DVD-5 mit 4,700,000,000 Byte ( $\approx 4,38 \text{ GB}$ ) Kapazität gespeichert werden? Antwort wieder für
  - (i) Schwarz-Weiß-Bilder,
  - (ii) 8-Bit Graustufen-Bilder und
  - (iii) 3\*8 Bit-Farbbilder.

## Aufgabe 2: (T) Bits und Bytes

(- Pkt.)

Verschiedene Speichermedien besitzen unterschiedliche Kapazitäten. Im Folgenden sind einige Speichermedien und mögliche Kapazitäten aufgeführt:

- a. Diskette/USB-Stick: a) 1,44 MBytes, b) 2 GBytes
- b. CDs/Blu-ray Disc Dual Layer: a) 700 MBytes, b) 50 GBytes
- a. Konvertieren Sie für jedes Medium die Kapazität in  $\alpha$ ) Anzahl Bits,  $\beta$ ) Anzahl Bytes,  $\gamma$ ) Anzahl Kilobytes,  $\delta$ ) Anzahl Megabytes,  $\epsilon$ ) Anzahl Gigabytes und  $\phi$ ) Anzahl Terabytes. Gehen Sie davon aus, dass 1 KByte  $2^{10}$  Byte entspricht und geben Sie ungerade Ergebnisse mit genügend Nachkommastellen an, so dass Ihr Ergebnis korrekt überprüft werden kann. Ein Rechenweg ist nicht notwendig.
- b. Ist eine solche Umrechnung jeweils sinnvoll? Begründen Sie Ihre Antwort!

## Aufgabe 3: (T) Von-Neumann-Modell

(- Pkt.)

Bearbeiten Sie folgende Teilaufgaben zum Von-Neumann-Modell.

- a. Skizzieren Sie die grundlegende Architektur der Von-Neumann-Rechner und beschreiben Sie kurz die Funktionalität der einzelnen Komponenten.
- b. Erklären Sie, wie eine Programmzeile Code im Von-Neumann-Modell abgearbeitet wird und welcher Vorteil sich ergibt, wenn Programm und Daten in dem selben Speicher gehalten werden.
- c. Beschreiben Sie die Probleme der von-Neumann-Architektur und deren Lösungsmöglichkeiten.
- d. Der Speicher hat  $2^n$  Zellen. Jede Zelle kann 4 Byte aufnehmen. Wie breit müssen jeweils Adress- und Datenbus sein (d.h. aus wie vielen Leitungen bestehen die Busse) unter der Annahme, dass pro Leitung 1 Bit kodiert werden kann?

## Aufgabe 4: (H) Adressdarstellung

(9 Pkt.)

Viele Rechner besitzen einen Hauptspeicher, in dem 4-Byte-Worte gespeichert werden können. Das bedeutet, dass mit einer einzigen Operation 4 Bytes zwischen Speicher und Prozessor ausgetauscht werden können. Jedes Wort besitzt eine *Adresse* (wie eine Raumnummer). Adressen selbst sind binäre Zahlen, d.h. Bitfolgen einer gegebenen Länge. Die Bitfolge 0...00 adressiert das erste Wort, die Bitfolge 0...01 adressiert das zweite Wort, etc.

- a. Nehmen Sie an, dass
  - (i) für die Adressen eine Bitfolge von 1 Byte verwendet wird;
  - (ii) für die Adressen eine Bitfolge von 2 Byte verwendet wird;

Geben Sie für jeden Fall die Adresse des letzten Speicherwortes an, das mit der gegebenen Anzahl von Bytes adressiert werden kann:

- a) in binärer Notation

- b) in oktaler Notation<sup>1</sup>
- c) in hexadezimaler Notation
- d) in dezimaler Notation

(Hinweis: die Adresse des ersten Wortes ist 0)

- b. Nehmen Sie an die Wortlänge sei 4 Bytes, und 2 Bytes werden für den Adressen-Bitstring verwendet.<sup>2</sup> Nehmen Sie weiterhin an, dass 380 Bytes im Speicher abgelegt werden sollen. Die ersten 4 Bytes werden an der Adresse  $123A_{16}$  gespeichert. Der Rest wird ohne Lücken in den folgenden Speicherzellen abgelegt. Bestimmen Sie die Adresse des letzten Speicherwortes, das noch verwendet wird, um die 380 Bytes zu speichern.

Geben Sie die Antwort als i) binäre Zahl, ii) oktale Zahl, iii) dezimale Zahl und iv) als hexadezimale Zahl an.

## Aufgabe 5: (H) Übertragungsgeschwindigkeiten

(10 Pkt.)

Die meisten Laserdrucker können mit einer Auflösung von 1200 dpi (hier synonym zu Pixel pro Zoll, oder kurz ppi) drucken.

- a. Wenn die Datenübertragung zum Drucker Pixel für Pixel bei 3\*8-Bit Farben erfolgt, wie lange dauert dann die Übertragung einer DIN A4 Farbseite (21 cm x 29,7 cm) zum Drucker bei Verwendung folgender Übertragungsmöglichkeiten?

**Hinweis:** Sie können davon ausgehen, dass die hier angegebenen Übertragungsraten verlustlos ohne Protokoll-Overhead ausgenutzt werden können. Rechnen Sie die cm zunächst in Zoll um und runden Sie dieses Ergebnis auf 2 Nachkommastellen! Der Rechenweg muss ersichtlich und nachvollziehbar sein!

Aus historischen Gründen wird bei der Angabe von Datenmengen in KByte, MByte, ... der Umrechnungsfaktor 1024 verwendet; bei Angaben in KBit/s, MBit/s, ... wird der Umrechnungsfaktor 1000 verwendet. Sie können die folgende Umrechnungstabelle benutzen:

$$\begin{array}{lll} 1 \text{ GBit/s} = 10^9 \text{ Bit/s} & 1 \text{ MBit/s} = 10^6 \text{ Bit/s} & 1 \text{ KBit/s} = 10^3 \text{ Bit/s} \\ 1 \text{ GByte} = 2^{30} \text{ Byte} & 1 \text{ MByte} = 2^{20} \text{ Byte} & 1 \text{ KByte} = 2^{10} \text{ Byte} \end{array}$$

- (i) Wireless LAN (IEEE 802.11n) mit 600 MBit/s
  - (ii) Ethernet mit 1 GBit/s
- b. Nehmen Sie nun an, dass anstatt von Pixeln eine 16-Bit Codierung jedes Zeichens (ein Zeichen wird durch 16 Bit dargestellt) zusammen mit seinen Koordinaten auf der Seite übertragen wird. Dabei können die Zeichen frei auf der Seite positioniert werden indem der Ankerpunkt eines Zeichens eine Koordinate erhält.
- (i) Wie viele Bits werden für die Koordinaten benötigt, wenn man die volle Auflösung von 1200 dpi ausnutzen will (d.h. wenn die horizontalen und vertikalen Koordinaten aller Pixel binär kodiert werden müssen)?
  - (ii) Wie lange dauert es jeweils, 100 Seiten mit 1800 Zeichen an den Drucker zu übertragen, wenn das Adressierungsschema aus Aufgabe (i)) und die gleichen Übertragungsmöglichkeiten wie aus Aufgabe a.) zur Verfügung stehen? Runden Sie ihr Ergebnis auf 4 Nachkommastellen!

<sup>1</sup>Das Oktalsystem ist ein Stellenwertsystem zur Basis 8 mit den Ziffern {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7} zur Darstellung einer Zahl.

<sup>2</sup>Wenn die Wortlänge 4 Bytes beträgt, dann ist die Adresse normalerweise auch 4 Bytes breit. Für diese Übung nehmen wir jedoch an, dass die Adresse 2 Bytes breit ist.

**Aufgabe 6: (H) Zahlensysteme**

(9 Pkt.)

Bearbeiten Sie folgende Fragen zu Zahlensystemen:

- a. Geben sie zu jeder der folgenden Dezimalzahlen ihre Binär-, Oktal- und Hexadezimaldarstellung an.

(i)  $(17)_{10}$ (ii)  $(42)_{10}$ (iii)  $(255)_{10}$ 

- b. Geben Sie zu folgenden Dualzahlen die Oktal-, Dezimal- und Hexadezimaldarstellung an:

(i)  $(10001111)_2$ (ii)  $(11010101)_2$ (iii)  $(00011110)_2$ **Aufgabe 7: (H) Einfachauswahlaufgabe: Einführung**

(5 Pkt.)

Für jede der folgenden Fragen ist eine korrekte Antwort auszuwählen („1 aus n“). Nennen Sie dazu in Ihrer Abgabe die jeweils ausgewählte Antwortnummer ((i), (ii), (iii) oder (iv)). Eine korrekte Antwort ergibt jeweils einen Punkt. Mehrfache Antworten oder eine falsche Antwort werden mit 0 Punkten bewertet.

a) Wie viele Bit enthält ein Byte?			
(i) 16	(ii) 8	(iii) 64	(iv) 32
b) Welche Binärzahl entspricht dem hexadezimalen Wert C?			
(i) 1110	(ii) 0111	(iii) 0110	(iv) 1100
c) Welche Komponente ist gewöhnlich nicht an die South Bridge eines Mainboard-Chipsatzes angebunden?			
(i) USB-Schnittstellen	(ii) Audio-Ausgang	(iii) Hauptspeicher	(iv) Festplatten
d) Wie lautet die höchste Speicheradresse bei einer Adressbreite von $n$ Bit?			
(i) $2 + n - 1$	(ii) $2^n - 1$	(iii) $2/n - 1$	(iv) $2 * n - 1$
e) Was ist keine Komponente der Prozessorgrundstruktur?			
(i) Drucker	(ii) Operandenregister	(iii) Arithmetisch-logische Einheit	(iv) Befehlsregister