

# Rechnerstrukturen Hausaufgaben zum 26. Oktober 2016

Ali Ebrahimi Pourasad, Moritz Lahann, Matz Radloff

2. November 2016

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                     |          |
|----------|-------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>2</b>                            | <b>1</b> |
| 1.1      | 2.1 . . . . .                       | 1        |
|          | 1.1.1 2.1 (a) . . . . .             | 1        |
|          | 1.1.2 2.1 (b) . . . . .             | 1        |
| 1.2      | 2.1 (c) . . . . .                   | 2        |
| 1.3      | 2.2 . . . . .                       | 2        |
|          | 1.3.1 2.2 (a) . . . . .             | 3        |
|          | 1.3.2 2.2 (b) . . . . .             | 3        |
| 1.4      | 2.3 . . . . .                       | 3        |
|          | 1.4.1 2.3 (a) . . . . .             | 3        |
|          | 1.4.2 2.2 (b) . . . . .             | 4        |
|          | 1.4.3 2.2 (c) . . . . .             | 5        |
|          | 1.4.4 2.2 (d) . . . . .             | 6        |
| 1.5      | 2.4 . . . . .                       | 7        |
|          | 1.5.1 2.4 (a) 1110,1001 . . . . .   | 7        |
|          | 1.5.2 2.4 (b) 10101,11011 . . . . . | 7        |
| 1.6      | 2.5 . . . . .                       | 7        |

## 1 2

### 1.1 2.1

#### Gegeben:

- Takt: 3,2GHz
- Max. 5 Operationen parallel
- Leistungsverbrauch: 80W

#### 1.1.1 2.1 (a)

#### Gegeben:

- i5, Haswell Chipgröße:  $A_C = 177 \text{ mm}^2 = 1,77 \text{ cm}^2$
- elektrische Herdplatte Leistung:  $P = 2 \text{ KW} = 2000 \text{ W}$
- Durchmesser von Platte:  $d = 15 \text{ cm}$

#### Rechnung:

i5 Leistungsdichte:

$$\frac{P}{A} = \frac{80 \text{ W}}{1,77 \text{ cm}^2} = 45,2 \text{ W/cm}^2 \quad (1)$$

Fläche einer Herdplatte:

$$A_H = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \cdot 56,25 \text{ cm}^2 = 176,71 \text{ cm}^2 \quad (2)$$

Leistungsdichte einer Herdplatte:

$$\frac{P}{A} = \frac{2000 \text{ W}}{176,71 \text{ cm}^2} = 11,32 \text{ W/cm}^2 \quad (3)$$

#### 1.1.2 2.1 (b)

**Gegeben:** Spannung:  $U = 3,7 \text{ V}$  Ladung:  $Q = 3000 \text{ mAh}$  Zeit:  $t = 3 \text{ h}$

**Rechnung:** Um die Leistung  $P = U \cdot I$  zu berechnen wird  $I = Q/t$  substituiert:

$$P = U \cdot \frac{Q}{t} = 3.7 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} = 3.7 \text{ W} \quad (4)$$

Da die CPU die Hälfte der elektrischen Energie verbraucht ergibt sich:

$$P_{CPU} = P/2 = 1.85 \text{ W} \quad (5)$$

$$A_{Mobile-CPU} = 16 \text{ mm}^2 = 0.16 \text{ cm}^2 \quad (6)$$

$$\text{Leistungsdichte: } P/A = \frac{1.85 \text{ W}}{0.016 \text{ cm}^2} = 11.5625 \text{ W/cm}^2$$

## 1.2 2.1 (c)

Über die Anzahl der Operationen pro Sekunde  $n_1$  (Desktop-CPU),  $n_2$  (Mobile-CPU), bzw. der daraus foldenden Zeiten pro Operation  $t_1, t_2$ , lässt sich die benötigte Energie pro Operation mit  $E = Pt$  errechnen.

### Desktop

$$n_1 = 3.2 \text{ GHz} \cdot 5 \text{ Ops.} = \frac{1,6 \cdot 10^{10} \text{ Ops.}}{\text{s}} \quad (7)$$

$$t_1 = 1/n_1 \quad (8)$$

$$E_1 = Pt_1 = 80 \text{ W} \cdot \left(\frac{1}{1.6^{10}} \text{ Ops./s}\right) \quad (9)$$

$$= 5^{-9} \text{ Ws} = 5000 \text{ nJ/Op} \quad (10)$$

$$(11)$$

### Mobile

$$n_2 = 10^9 \text{ Op/s} \quad (12)$$

$$t_2 = 1/n_2 \quad (13)$$

$$E_2 = Pt_2 = 1.85 \text{ W} \cdot 10^{-9} \text{ Ops/s} = 1850 \text{ nJ/Op} \quad (14)$$

## 1.3 2.2

**Gegeben:** 2022,562 Mrd. €:  $c = 2022562000000 \text{ €}$   
 $= 202256200000000 \text{ cent}$

**1.3.1 2.2 (a)****Rechnung:**  $x :=$  Benötigte Stellen in Binär

$$2^x \geq c, x \in \mathbb{N} \quad (15)$$

$$x \geq \log_2(c) \quad (16)$$

$$x \geq 47.52 \rightarrow x = 48 \quad (17)$$

Für die Darstellung werden 48 bzw 49 bits, falls die Schulden als negative Zahl gespeichert werden sollen, benötigt.

**1.3.2 2.2 (b)****Rechnung:**  $x :=$  Stellen im Zahlensystem zur Basis 5

$$x \geq \log_5(c) \quad (18)$$

$$x \geq 20.47 \rightarrow x = 21 \quad (19)$$

**1.4 2.3****1.4.1 2.3 (a)**

$$Z = (42)_{10}$$

**Dualdarstellung:**

$$Z = (42)_{10}$$

$$42 : 2 = 21 \text{ Rest } \rightarrow 0$$

$$21 : 2 = 10 \text{ Rest } \rightarrow 1$$

$$10 : 2 = 5 \text{ Rest } \rightarrow 0$$

$$5 : 2 = 2 \text{ Rest } \rightarrow 1$$

$$2 : 2 = 1 \text{ Rest } \rightarrow 0$$

$$1 : 2 = 0 \text{ Rest } \rightarrow 1 \uparrow \text{ Leserichtung}$$

$$Z = (42)_{10} = (101010)_2$$

**Oktaldarstellung:**

$$Z = (101010)_2$$

$$010 = 02$$

$$101 = 05$$

(Gruppierungen von jeweils 3 Bits)

$$Z = (42)_{10} = (52)_8$$

Ali Ebrahimi Pourasad(6948107) 3

Moritz Lahann(6948050)

Matz Radloff(6946325)

**Hexadezimaldarstellung:**

$$\begin{aligned}Z &= (101010)_2 \\(1010)_2 &= A_{16} \\(10)_2 &= 2_{16}\end{aligned}$$

(Gruppierungen von jeweils 4 Bits)

$$Z = (42)_{10} = (2A)_{16}$$

**1.4.2 2.2 (b)**

$$Z = (1969)_{10}$$

**Dualdarstellung:**

$$\begin{aligned}1969 : 2 &= 984, \text{Rest} \rightarrow 1 \\984 : 2 &= 492, \text{Rest} \rightarrow 0 \\492 : 2 &= 246, \text{Rest} \rightarrow 0 \\246 : 2 &= 123, \text{Rest} \rightarrow 0 \\123 : 2 &= 61, \text{Rest} \rightarrow 1 \\61 : 2 &= 30, \text{Rest} \rightarrow 1 \\30 : 2 &= 15, \text{Rest} \rightarrow 0 \\15 : 2 &= 7, \text{Rest} \rightarrow 1 \\7 : 2 &= 3, \text{Rest} \rightarrow 1 \\3 : 2 &= 1, \text{Rest} \rightarrow 1 \\1 : 2 &= 0, \text{Rest} \rightarrow 1 \uparrow \textit{Leserichtung}\end{aligned}$$

$$Z = (1969)_{10} = (11110110001)_2$$

**Oktaldarstellung:**  $Z = (11110110001)_2$

$$\begin{aligned}(001)_2 &= 01 \\(110)_2 &= 06 \\(110)_2 &= 06 \\((0)11)_2 &= 03\end{aligned}$$

(Gruppierungen von jeweils 3 Bits)

$$Z = (1969)_{10} = (3661)_8$$

**Hexadezimaldarstellung:**  $Z = (11110110001)_2 :$

$$(0001)_2 = 1_{16}$$

$$(1011)_2 = B_{16}$$

$$((0)111)_2 = 7_{16}$$

(Grupierungen von jeweils 4 Bits)

$$Z = (1969)_{10} = (7B1)_{16}$$

**1.4.3 2.2 (c)**

$$Z = (5,5625)_{10}$$

**Dualdarstellung:**  $5,0)_{10}:$

$$5 : 2 = 2Rest \rightarrow 1$$

$$2 : 2 = 1Rest \rightarrow 0$$

$$1 : 2 = 0Rest \rightarrow 1 \uparrow \text{ Leserichtung}$$

$$(5)_{10} = (101)_2$$

$$(0,5625)_{10}:$$

$$2 \cdot 0,5625 = 1,125 \rightarrow 1 \downarrow \text{ Leserichtung}$$

$$2 \cdot 0,125 = 0,25 \rightarrow 0$$

$$2 \cdot 0,25 = 0,5 \rightarrow 0$$

$$2 \cdot 0,5 = 1,0 \rightarrow 1$$

$$(0,5625)_{10} = (0,1001)_2$$

$$Z = (5,5625)_{10} = (101,1001)_2$$

**Oktaldarstellung:**  $Z = (101,0)_2:$

$$(101)_2 = 05$$

$$Z = (0,1001)_2:$$

$$(100\text{„}) = 4(1(00))_2 = 4$$

(Grupierungen von jeweils 3 Bits)

$$Z = (5,44)_8$$

**Hexadezimaldarstellung:**  $Z = (101, 0)_2$ :

$$((0)101)_2 = 5$$

$$Z = (0, 1001)_2$$

$$(1001)_2 = 9$$

(Grupierungen von jeweils 4 Bits)

$$Z = (5, 9)_{16}$$

#### 1.4.4 2.2 (d)

$$Z = (375, 375)_{10}$$

**Dualdarstellung:**  $Z = (375, 0)_{10}$  :

$$375 : 2 = 187 \text{ Rest } \rightarrow 1$$

$$187 : 2 = 93 \text{ Rest } \rightarrow 1$$

$$93 : 2 = 46 \text{ Rest } \rightarrow 1$$

$$46 : 2 = 23 \text{ Rest } \rightarrow 0$$

$$23 : 2 = 11 \text{ Rest } \rightarrow 1$$

$$11 : 2 = 5 \text{ Rest } \rightarrow 1$$

$$5 : 2 = 2 \text{ Rest } \rightarrow 1$$

$$2 : 2 = 1 \text{ Rest } \rightarrow 0$$

$$1 : 2 = 0 \text{ Rest } \rightarrow 1 \uparrow \text{ Leserichtung}$$

$$(375, 0)_{10} = (101110111)_2$$

$$(0, 375)_{10}:$$

$$2 \cdot 0,375 = 0,75 \rightarrow 0 \downarrow \text{ Leserichtung}$$

$$2 \cdot 0,75 = 1,5 \rightarrow 1$$

$$2 \cdot 0,5 = 1,0 \rightarrow 1$$

$$(0, 375)_{10} = (0, 011)_2$$

$$Z = (101110111, 011)_2$$

**Oktaldarstellung:**  $Z_1 = (101110111, 0)_2$ :

$$(111)_2 = 07$$

$$(110)_2 = 06$$

$$(101)_2 = 05$$

$$Z_2 = (0, 011)_2:$$

$$011 = 3$$

(Grupierungen von jeweils 3 Bits)

$$Z = (567, 3)_8$$

Ali Ebrahimi Pourasad(6948107) 6

Moritz Lahann(6948050)

Matz Radloff(6946325)

**Hexadezimaldarstellung:**  $Z = (101110111, 0)_2$ :

$$(0111)_2 = 7$$

$$(0111)_2 = 7$$

$$((000)1)_2 = 1$$

$$Z = (0, 011)_2$$

$$(011(0))_2 = 6$$

(Grupierungen von jeweils 4 Bits)

$$Z = (177, 6)_{16}$$

## 1.5 2.4

### 1.5.1 2.4 (a) 1110,1001

$$\begin{aligned} 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4} \\ = 14,5625 \end{aligned}$$

### 1.5.2 2.4 (b) 10101,11011

0-Koeffizienten wurden hier weggelassen

$$\begin{aligned} 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-5} \\ = 21.84375 \end{aligned}$$

## 1.6 2.5

$$9A, C_{16} = 9 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^0 + 12 \cdot 16^{-1} = 154.75$$