Technische Grundlagen der Informatik			**Test 1** **03.11.2017** 100 Minuten **Gruppe A**
Matrikelnr.	Nachname	Vorname	Unterschrift

Deckblatt sofort ausfüllen und unterschreiben!

Bitte deutlich und nur mit **Kugelschreiber** schreiben. Verwenden Sie keinen Tipp-Ex oder dergleichen. Unleserliche Antworten werden nicht gewertet!

Geben Sie bei Rechenaufgaben den **Lösungsweg** an!

Es sind keine Hilfsmittel zugelassen. Dies inkludiert Bücher, Mitschriften, Ausdrucke von Folien, Smartphones, Taschenrechner etc.

Zusatzblätter werden nicht akzeptiert!

Bei **Ankreuzfragen** werden Minuspunkte auf Teilaufgaben übernommen. Das Minimum je Gesamtaufgabe beträgt 0 Punkte.

1	[7]	[ ]
2	[10]	[ ]
3	[7]	[ ]
4	[8]	[ ]
5	[15]	[ ]
6	[14]	[ ]
7	[8]	[ ]
8	[10]	[ ]
9	[12]	[ ]
10	[9]	[ ]
Summe	[100]	[ ]

---

1. *(7 Punkte)* Gegeben ist die Zahl $(245.43)_6$.

(a) Stellen Sie diese Zahl als normalisierte Binärzahl dar.

$2 \cdot 6^2 + 4 \cdot 6 + 5$

$72 + 24 + 5$

$\frac{4}{6} + \frac{3}{36} = \frac{27}{36}$

$27 : 36 = 0,75$

270
-252
180

$(101,75)_{10} = (1100101,11)_2 = \underline{\underline{(1,10010111)_2 \cdot 2^6}}$

$101 : 2 = 1$
$50 : 2 = 0$
$25 : 2 = 1$
$12 : 2 = 0$
$6 : 2 = 0$
$3 : 2 = 1$
$1 : 2 = 1$

$0,75 \cdot 2 = 1,50$
$0,5 \cdot 2 = 1$

(b) Runden Sie diese Zahl mittels *round to nearest/round away from zero* auf 5 Nachkommastellen.

$(1,10011)_2$

(c) Geben Sie den absoluten Rundungsfehler binär an.

1,10011000
1,10010111
0,00000001

$2^6 \cdot (0,00000001)$

$3^4 = 3\cdot3\cdot3\cdot3$
$9\cdot3$
$27\cdot3$
81

2. *(10 Punkte)* Lösen Sie folgende Aufgaben:

   (a) Gegeben ist die Zahl z in ternärer Notation: $z = (21211)_3$
   Wandeln Sie die Zahl z in die dezimale Darstellung um.

   $2\cdot3^4+3^3+2\cdot3^2+3^1+1$
   $2\cdot81+27+18+3+1$
   162

   $31+$
   180
   211

   $z=(211)_{10}$

   (b) Interpretieren Sie die Bitfolge '1,1100' als codierte Zahl in der jeweils angegebenen Darstellung und geben Sie den entsprechenden dezimalen Wert an.

Interpretation in Darstellung	Dezimaler Wert
Exzessdarstellung mit Exzess $e = (3)_{16}$	25
Zweierkomplement	-4
Festpunktzahl mit 3 Nachkommastellen	-1,5
Einerkomplement	-3

11100
- 00011
11001
16 8 1

3
00011
+ 1
00100

$-(1{,}1)_2$

00100
11011
11100

00011
11100

3. *(7 Punkte)* Die Zahl $Z = (A5)_{16}$ soll in Exzessdarstellung codiert werden. Der Exzess beträgt $(22)_{16}$. Geben Sie die Zahl Z in Exzessdarstellung sowohl hexadezimal als auch binär an.

$$Z_e = (\ C7\ )_{16} = (1100\ 0111\ )_2$$

$$\begin{array}{r} A5 \\ +22 \\ \hline C7 \end{array}$$

4. *(8 Punkte)* Stellen Sie die gegebene dezimale Festpunktzahl im IEEE 754 *Single Precision*-Format dar. Tragen Sie Ihre Lösung in den vorgedruckten Raster ein, indem Sie alle Felder ausfüllen, und geben Sie Ihren Rechenweg an.

64 1 0,25 65,25

$$X = (2^6 + 2^0 + 2^{-2})_{10}$$

0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

65 : 2 = 1
32 : 2 = 0
16 : 2 = 0
8 : 2 = 0
4 : 2 = 0
2 : 2 = 0
1 : 2 = 1

$(1000001{,}01)_2 = (1{,}00000101)_2 \cdot 2^6$

0,25 · 2 = 0,5
0,5 · 2 = 1

$$\begin{array}{rl} e: & 01111111 \\ + & 00000110 \\ \hline & 10000101 \end{array}$$

5. *(15 Punkte)* Es gilt das aus der Übung bekannte Gleitpunktformat $\mathbb{F}(2, 11, -14, 15, \text{true})$ mit Formatbreite 16 Bit und **impliziter** Darstellung des ersten Bits. Mit Ausnahme der kleineren Formatbreite ist das Gleitpunktformat analog zum IEEE 754 *Single Precision*-Format aufgebaut.

(a) Wandeln Sie die Zahlen X und Y in das vorgegebene Gleitpunktformat um. Geben Sie den Rechenweg an und runden Sie gegebenenfalls mittels *truncate*.

$$X = (34.710)_8$$
$$Y = (-0.3AF)_{16}$$

e = 01111
00100
10011

01111
- 00011
01100

$X = (011\ 100,111001000)_2$
$= (1,1100111001000)_2 \cdot 2^4$

VZ
0 10011 1100111001

$Y = (-0000,0011\ 1010\ 1111)_2$
$= (1,110101111)_2 \cdot 2^{-3}$

1 01100 1101011110

(b) Berechnen Sie binär $A + B$ und stellen Sie das Ergebnis wieder im gegebenen Format dar. Runden Sie dabei mittels *round to nearest* und bei $x = \hat{x}$ mit *round to odd*. Geben Sie die Werte von Guard- und Round-Digit sowie des Sticky-Bits an.

$$A = (0\ 01101\ 1010011101)_2$$
$$B = (0\ 10000\ 0101101011)_2$$

1+4+8=13
16

g R S
A = (0 10000 0011010011 101
B + 0101101011 000
1000111110 101

A+B
0 10000 1000111111

7

(c) Die Zahl $(4.7)_8$ wird im Gleitpunktformat $\mathbb{G} = (b, p, e_{\min}, e_{\max}, \text{false})$ als binäre Bitfolge '00100001110' exakt (ohne Rundung) codiert. $\mathbb{G}$ verwendet ein implizites erstes Mantissenbit und kann keine denomalisierten Zahlen darstellen.

Geben Sie die aus der Vorlesung bekannten Parameter b (Basis), p (Mantissenlänge), $e_{\min}$ (kleinster Exponent) und $e_{\max}$ (größter Exponent) für dieses Gleitpunktformat an.

Hinweise: Der Exponent ist in Exzessdarstellung. Überlegen Sie wieviele Bits für den Exponenten verwendet wurden. Die Darstellung von $\mathbb{G}$ ist bis auf den asymetrischen Exzess analog zu IEEE 754.

$b = 2$

$p = 7$

$e_{\min} = -6$

$e_{\max} = 7$

001
001
010

1 (100,111)

$(1,00111) \cdot 2^2$

7

6. *(14 Punkte)* Lösen Sie folgende Aufgaben:

(a) Kreuzen Sie an, ob es sich um wahre oder falsche Aussagen handelt.
(richtig: +2 Punkte, falsch: -2 Punkte, keine Antwort: 0 Punkte; Minimum: 0 Punkte)

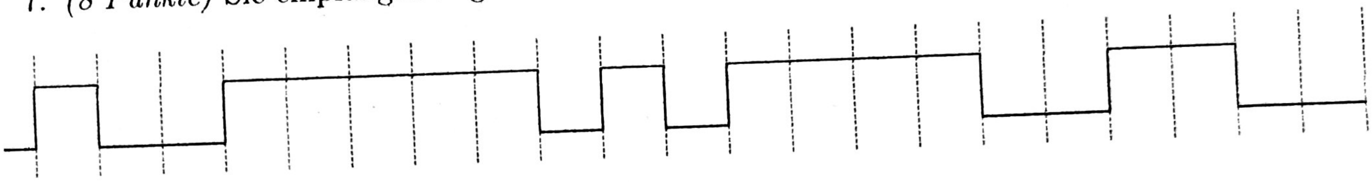
wahr	falsch	
○	○	Im IEEE 754 *Single Precision*–Format ist die Anzahl der exakt darstellbaren Zahlen im Intervall $[1, 2]$ dieselbe wie im Intervall $[2, 4]$.
○	○	Wenn das MSB einer Zahl in Exzessdarstellung 1 ist, handelt es sich immer um eine positive Zahl.
○	○	Im Einerkomplement sind mit m Bits genau $2^m + 1$ verschiedene Zahlen darstellbar.
⊗	○	Im Einerkomplement gibt es für die Zahl 0 zwei Darstellungen.
○	⊗	Beim Rechnen mit Gleitpunktzahlen der IEEE 754–Zahlensysteme gilt Assoziativität.
⊗	○	Bei der Einerkomplementdarstellung gilt die Ordnungsrelation getrennt innerhalb der positiven und negativen Zahlen.

(b) Stellen Sie den gegebenen Sonderfall des IEEE 754 Single Precision–Format dar. Tragen Sie Ihre Lösung vollständig in dem vorgedruckten Raster ein.

$-\infty$

1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7. *(8 Punkte)* Sie empfangen folgendes mittels NRZ-L Leitungscode übermittelte Signal:

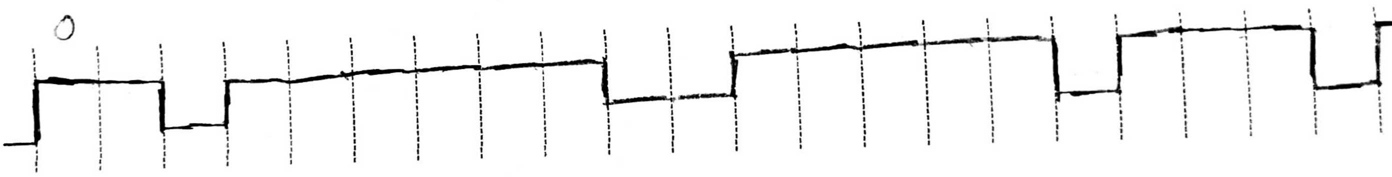


Hinweis: NRZ-L codiert 1 mit "high" und 0 mit "low"

(a) Welche Bitfolge wurde übertragen?

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0

(b) Leiten Sie die Bitfolge nun mittels NRZ-S Leitungscode weiter.



Hinweis: NRZ-S bewirkt einen Pegelwechsel bei 0

8. *(10 Punkte)* Nachrichten sollen mittels Polynomcodierung abgesichert werden. Dazu wird das Generatorpolynom $G(x) = (x^5 + x^4 + 1)$ verwendet. Es soll die Nachricht '1111100' abgesichert werden.

(a) Wie viele Bits hat das zu übertragende Codewort?

$r = 5 : 7 + 5 = 12$ Bits

(b) Berechnen Sie den Sicherungsanhang und geben Sie diesen als Bits an.

$M(x) = (x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2)$ $\quad x^r = x^5$

$x^r \cdot M(x) = (x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7)$

$(x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7) : (x^5 + x^4 + 1) = x^6 + x^4 + x^2$

$- x^{11} + x^{10} + x^6$

$0 \quad 0 \quad x^9 + x^6 + x^8$

$- x^9 + x^8 + x^4$

$0 \quad 0 \quad x^6 + x^4 + x^7$

$- x^7 + x^6 + x^2$

$0 \quad 0 \quad x^4 + x^2 \; R$

$T(x) = x^r \cdot M(x) - R(x) = x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^4 + x^2$

$= (111110010100)_2$

(c) Wie kann bei einem empfangenen Codewort festgestellt werden, ob ein Fehler in der Übertragung aufgetreten ist?

Das empfangene Codewort dividiert durch Generatorpolynom darf keinen Rest haben

9. *(12 Punkte)* Gegeben sei ein Hamming-Code.

(a) Welche Länge in Bit können die **Code**wörter des Hamming-Codes maximal haben, wenn dieser 3 Prüfbits p_1, p_2, p_3 besitzt?

$c_1\ c_2\ c_3\ c_4\ c_5\ c_6\ c_7\ c_8$

$p_1\ p_2\ \ p_3\ \ \ p_4$

$p_4 \cdot 2^3 = 8$

7 Bits

(b) Welche Länge in Bit können die **Daten**wörter dieses Hamming-Codes maximal haben, wenn dieser 4 Prüfbits p_1, p_2, p_3, p_4 besitzt?

$p_5 = 2^4 = 16$

$C = 15$ Bits
$- 4$
$= 11$ Bits

Datenwörter: 11 Bits

(c) Berechnen Sie das 7 Bit lange Codewort zum Datenwort '1100'.

$c_1\ c_2\ c_3\ c_4\ c_5\ c_6\ c_7 \Rightarrow$

$p_1\ p_2\ 1\ p_3\ 1\ 0\ 0$ 0111100

$p_1 = (c_3 + c_5 + c_7) \bmod 2 = 0$ $p_3 (c_5 + c_6 + c_7) \bmod 2 = 1$

$p_2 = (c_3 + c_6 + c_7) \bmod 2 = 1$

(d) Angenommen, Sie empfangen das Codewort '1101110'. Überprüfen Sie das Codewort auf möglicherweise bei der Übertragung aufgetretene Fehler und geben Sie gegebenenfalls das korrigierte **Code**wort an.

$c_1\ c_2\ c_3\ c_4\ c_5\ c_6\ c_7$

$p_1\ p_2\ \ \ p_3$

1 1 0 1 1 1 0

richtig

(1101001)

$p_1 (c_3 + c_5 + c_7) \bmod 2 = 1 = 1$ ✓

$p_2 (c_3 + c_6 + c_7) \bmod 2 = 1 = 1$ ✓

$p_3 (c_5 + c_6 + c_7) \bmod 2 = 0 \neq 1$ X

c_5, c_6, c_7 falsch

10. *(9 Punkte)* Gegeben ist ein Code C, bestehend aus folgenden Codewörtern:

$$C = \{0000,\ 1111,\ 1100\}$$

(a) Welche Hamming-Distanz d hat der Code C ? Begründen Sie Ihre Antwort.

d = 2

Da der kleinste Unterschied zwischen 2 Codewörtern ? beträgt

(b) Fügen Sie jedem Codewort aus C ein Paritätsbit (gerade Parität) hinzu. Welche Hamming-Distanz besitzt der resultierende Code D?

00001 immer noch 2

$\left.\begin{matrix}11110\\11000\end{matrix}\right\} d = 2$

(c) Fügen Sie dem Code C jene Codewörter hinzu, die mindestens enthalten sein müssen, damit der Code zyklisch ist. Geben Sie diese zusätzlichen Codewörter an.

0110, 0011, 1001

(d) Wenn Sie bei Ihren Code aus (c) jedem Codewort ein Paritätsbit (gerade Parität) anfügen, ist der resultierende Code dann immer noch zyklisch?

nein da Codewörter fehlen würden

11000
01100
00110
10010