Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Lehrstuhl für Informatik 12
(Hardware-Software-Co-Design)
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

1. Miniklausur
Grundlagen der Technischen Informatik

28. November 2019

Vorname	
Nachname	
Matrikelnummer	
Raum	☐ Mensa ☐ Tentoria
Sitzplatz	

Mo 16–18 00.151-113 Ferdinand Schober	Di 8–10 K2-119 Merlin Danner	Di 8–10 04.019 Johannes Rieder	Di 10–12 0.031-113 Merlin Danner	Mi 10–12 0.154-115 Andreas Wagner
Mi 12–14 02.133-128 Noah Lewis	Mi 14–16 01.255-128 Valentin Bräutigam	Mi 14–16 00.152-113 Timo Teufel	Do 10–12 00.151-113 Paul Burger	Do 10–12 00.152-113 Timo Teufel
	Do 10–12 01.255-128 Nils Wilbert	Do 14–16 00.152-113 Johannes Rieder	Fr 14–16 02.134-113 Ferdinand Schober	

Aufgabe	1	2	3	Σ
Max. Punkte	10	10	10	30
Erreichte Punkte				

Aufgabe 1 (Diskretisierung und Huffman) (10 Punkte)

a) Zum Überführen in ein im Computer darstellbares Format müssen akustische Signale in Digitalsignale umgewandelt werden. Das menschliche Gehör kann hierbei nur Frequenzen im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz wahrnehmen. Gemäß dem Nyquist-Abtasttheorem kann ein Signal aus einer Folge von äquidistanten Abtastwerten rekonstruiert werden, wenn es mit einer Frequenz abgetastet wird, die *doppelt so hoch* wie die maximal darzustellende Frequenz ist.

   i) Zuerst soll das Signal zeitdiskretisiert werden. Wie viele Messungen sind für ein zwei Sekunden langes Signal mindestens erforderlich, damit das Signal nach Nyquist für das menschliche Gehör rekonstruiert werden kann? (1 Punkt)

   ii) Welche Diskretisierung muss neben der Zeitdiskretisierung erfolgen, um das Audiosignal im Computer darstellbar zu machen? (1 Punkt)

   iii) Was ist die maximale Frequenz, bis zu der ein Signal bei einem Empfänger, der einmal pro Millisekunde abtastet, noch rekonstruiert werden kann? (1 Punkt)

b) Nach der Digitalisierung eines Klaviersignals konnten die folgenden Noten identifiziert werden, die nacheinander jeweils eine Viertelnote lang gespielt wurden: C G E D F A C C F G F F H

   i) Die Notennamen dieser Melodie sollen nun digital übertragen werden. Zeichnen Sie den zugehörigen Huffmanbaum für die Codewörter $N = \{A, C, D, E, F, G, H\}$. (4 Punkte)

   ii) Begründen Sie, warum beim Übertragen der Bits kein Trennzeichen, das die Grenze zwischen zwischen zwei Notennamen indiziert, übertragen werden muss. (1 Punkt)

   iii) Wie viele Bits benötigt man für das Übertragen der obigen Melodie minimal, wenn alle Notennamen statt mit Huffman mit fester Codelänge codiert werden? (1 Punkt)

   iv) Wie können Melodien mit Huffman codiert werden, bei denen alle Viertelnoten aus N auch als Achtelnoten auftreten können, d.h. denselben Notennamen besitzen, aber nur halb so lang erklingen? (1 Punkt)

Aufgabe 2 (Zahlendarstellung und Fehlererkennung) (10 Punkte)

a) Im Folgenden werden Berechnungen mit zwei 8-stelligen Binärzahlen a, b durchgeführt. Geben Sie die resultierenden Wertebereiche für die Berechnungsarten Addition ($+$) sowie Subtraktion ($-$) der beiden Binärzahlen für den Fall an, dass diese im Einerkomplement beziehungsweise Zweierkomplement dargestellt sind.

i) Vervollständigen Sie hierfür die unten aufgeführte Tabelle. (4 Punkte)

	$+$	$-$
Einerkomplement	[,]	[,]
Zweierkomplement	[,]	[,]

ii) Geben Sie für die Berechnungsart Addition im Einerkomplement beziehungsweise Zweierkomplement die minimale Anzahl an Bits an, welche zur Speicherung des Ergebnisses benötigt werden, sodass keine Über- oder Unterläufe auftreten. (1 Punkt)

Einerkomplement:

Zweierkomplement:

b) Im Folgenden soll ein fehlertolerantes Kommunikationssystem entworfen werden, welches einstellige Dezimalzahlen überträgt.

i) Vervollständigen Sie die gegebene Tabelle um ein Partitätsbit gerader Parität, und unterstreichen Sie die falsch übertragenen Segmente der folgenden Nachricht unter der Annahme des Auftretens von maximal Einfachfehlern. (2 Punkte)

Zeichen	Codierung	Partiätsbit
0	0 0 0 1	
1	0 0 1 0	
2	0 0 1 1	
3	0 1 0 0	
4	0 1 0 1	
5	0 1 1 0	
6	1 0 0 0	
7	1 0 0 1	
8	1 0 1 0	
9	1 1 0 0	

00011 11010 00101 01110

ii) Gegeben sei eine Quelle, deren Zeichen mit 3-Bit-Binärwörtern $x_2x_1x_0$ codiert werden. Geben Sie für das Codewort 000 die möglichen Codewörter für eine minimale Hamming-Distanz von $HD_{min} = 2$ beziehungsweise $HD_{min} = 3$ an. (2 Punkte)

$HD_{min} = 2$: 000,

$HD_{min} = 3$: 000,

iii) Geben Sie die minimale Anzahl von Prüfstellen k an, die benötigt werden, um bei $m = 6$ Informationsstellen Einfachfehler beim Empfänger korrigieren zu können. (1 Punkt)

Aufgabe 3 (Arithmetik und IEEE-Standard 754) (10 Punkte)

Geben Sie für alle folgenden Berechnungen den Rechenweg an!

a) Führen Sie die Multiplikation 0011 0001 · 1101 1011 der beiden vorzeichenlosen Binärzahlen aus, ohne die Binärdarstellung zu verlassen. (2 Punkte)

b) Operationen mit Gleitkommazahlen sind im Allgemeinen nicht assoziativ. Begründen Sie. (1 Punkt)

c) Seien folgende Formate für Gleitkommazahlen gegeben, die analog zum IEEE-Standard 754 definiert sind:

A:

V	E (7)	M (8)
15	14 … 8	7 … 0

B:

V	E (4)	M (5)
9	8 … 5	4 … 0

i) Gegeben sei eine Gleitkommazahl fp_1 in Gleitkommaformat A. Wandeln Sie fp_1 möglichst genau in das Gleitkommaformat B um. (2 Punkte)
$fp_1 = 0\ 100\,0100\ 1101\,1101$

ii) Es seien die Gleitkommazahlen fp_2 und fp_3 im definierten Gleitkommaformat A gegeben. Berechnen Sie die Summe $fp_2 + fp_3$ ohne die Binärdarstellung zu verlassen, und geben Sie diese wieder als Gleitkommazahl an. (5 Punkte)

$fp_2 = 0\ 011\,0010\ 1010\,1111$

$fp_3 = 1\ 010\,1101\ 0100\,0010$