

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

1. Miniklausur

Grundlagen der Technischen Informatik

29. Mai 2020

Vorname	
Nachname	
Matrikelnummer	
Raum	Tentoria
Sitzplatz	

Raum <input type="checkbox"/>	Sitzplatz <input type="checkbox"/>
-------------------------------	------------------------------------

Termin bitte ankreuzen, da die Rückgabe in den Übungen erfolgt!

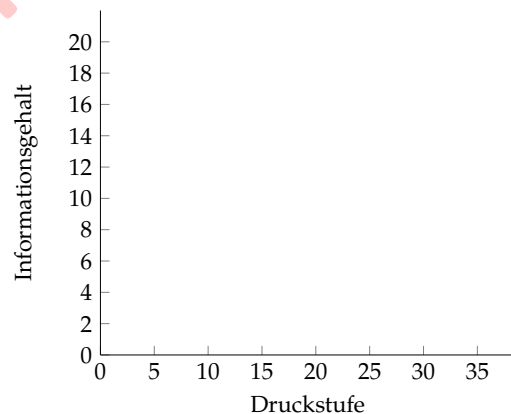
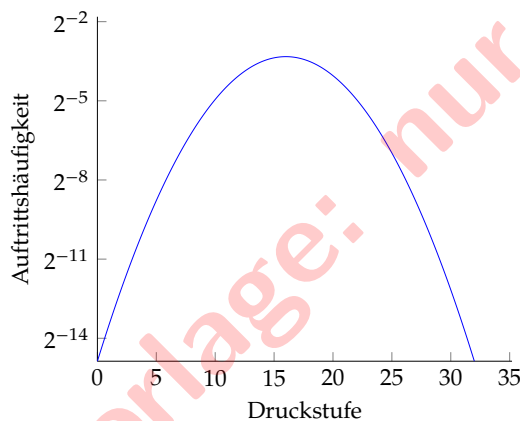
Aufgabe	1	2	3	Σ
Max. Punkte	10	10	10	30
Erreichte Punkte				

Aufgabe 1 (Diskretisierung, Codierung und Informationsgehalt)

(10 Punkte)

Obzwar in virtuellen Übungen keine echte Tafel verwendet werden kann, bieten Grafiktablets die Möglichkeit, Gedankengänge digital zu elaborieren. Über den Druck, den man mit dem beiliegenden Stift auf das Tablet ausübt, kann die Dicke der gezeichneten Linien kontrolliert werden.

- a) In einer Werbung für ein Grafiktablet lesen Sie, dass dieses 8192 Druckstufen differenziert. Erläutern Sie, weshalb das Tablet statt einer runden Zahl wie 8000 genau 8192 Druckstufen unterscheidet. (1 Punkt)
- b) Welche Art der Diskretisierung erfolgt durch die Abbildung auf Druckstufen? (1 Punkt)
- c) Ein Tablet unterscheide 1024 Druckstufen, die mit einer Frequenz von 1kHz registriert werden. Welchen Speicherbedarf evoziert ein solches Tablet in einer Minute? Die Codierung der Druckstufen entspreche ihrem Zahlenwert. (2 Punkte)
- d) Nun soll zwischen 32 Druckstufen unterschieden werden. Im linken Diagramm seien die normalverteilten Auftrittshäufigkeiten der Druckstufen logarithmisch skaliert dargestellt.
- i) Skizzieren Sie den korrespondierenden Graphen, wenn statt der Auftrittswahrscheinlichkeit der Informationsgehalt an die Y-Achse angetragen wird. (2 Punkte)



- ii) Wie kann das Wissen über obige Verteilung angewendet werden, um den Erwartungswert der Anzahl der benötigten Bits der Codierung zu senken? (1 Punkt)
- e) Nehmen Sie an, dass ein Sensor in der runden Spitze des Tabletstiftes mit Radius 1mm den aufgewendeten Druck misst. Hierbei wird ein Druckbereich von 0 bis 1 kPa ($1Pa = 1 \frac{N}{m^2}$) erfasst, der äquidistant mit 10 Bit in Druckstufen diskretisiert wurde. Mit welcher Kraft F (in Newton) muss der Stift senkrecht auf das Tablet gedrückt werden, um die Druckstufe 512 zu erreichen? Hinweis: Das Ergebnis darf Konstanten enthalten. Der Druck ist definiert als $p = \frac{F}{A}$. (2 Punkte)
- f) Welchen Sinn haben undefinierte Bereiche bei der Diskretisierung? (1 Punkt)

Aufgabe 2 (Zahlendarstellung, Fehlererkennung und optimale Codes)

(10 Punkte)

- a) Gegeben sei die Hexadezimalzahl $FF6347_{16}$, welche eine RGB-Farbe codiert. Hierbei stehen die ersten zwei Ziffern für den Farbkanal Rot, die zweiten zwei Ziffern für Grün und die letzten zwei Ziffern für Blau (\underline{FF} $\underline{63}$ $\underline{47}$).

Rot Grün Blau

Geben Sie im Folgenden jeweils die geforderte Darstellung für entsprechenden Farbkanal an.

- i) Dezimaldarstellung der Farbkanäle Rot, Grün und Blau: (1.5 Punkte)
- ii) Ternärdarstellung (Zahl im Zahlensystem zur Basis drei) von Grün (1.5 Punkte)
- b) Interpretieren Sie obige Zahl nun als 6-stellige vorzeichenlose Hexadezimalzahl. Geben Sie den Wertebereich dieser Zahlendarstellung an. (1 Punkt)
- c) Die Übertragung der Farbwerte, die mit jeweils 24 Bits (RGB) codiert wurden, soll vor Übertragungsfehlern geschützt werden.
- i) Welche minimale Hamming-Distanz ist nötig, um Einfachfehler zu erkennen? (1 Punkt)
- ii) Geben Sie die minimale Anzahl an Prüfbits zur Codierung der 24-Bit-Binärwörter für eine Hamming-Distanz von $d = 3$ an. (1 Punkt)
- d) Gegeben ist eine Zeichenquelle bestehend aus folgenden Zeichen mit ihren zugehörigen Häufigkeiten:

Zeichen	V	I	D	E	O	C	N
Häufigkeit [in %]	33	32	22	6	4	2	1

- i) Konstruieren Sie den Huffman-Baum. Kanten zu Knoten mit kleinerer bzw. größerer Auftrittshäufigkeit sollen mit einer 0 bzw. 1 beschriftet werden.

- ii) Decodieren Sie nun folgende empfangene Nachricht entsprechend: (1 Punkt)

110000010010111001100010100110110

Aufgabe 3 (Arithmetik und IEEE-Standard 754)

(10 Punkte)

a) Bei der Implementierung einer Digitaluhr wollen Sie die Uhrzeit im BCD-Format codieren.

i) Es ist 16:27 Uhr. Geben Sie diese Uhrzeit im BCD-Format an. (1 Punkt)

ii) Was sind Pseudotetraden? (1 Punkt)

iii) Sie wollen nicht nur die lokale Uhrzeit (GMT + 2), sondern auch die Uhrzeit in Tokyo (GMT + 9) anzeigen, und berechnen diese im BCD-Format. Berechnen Sie im Folgenden die Uhrzeit in Tokyo, ausgehend von der in i) gegebenen Uhrzeit, durch Addition zweier BCD-Zahlen. (2 Punkte)

b) Zur Berechnung von Faltungen in Convolutional Neural Networks (CNNs) werden häufig Multiply-Accumulate-Operationen (MAC) auf kleinen Gleitkommaformaten angewandt. Eine MAC-Operation ist eine Rechenoperation, bei der zwei Faktoren multipliziert und das Produkt zu einem fortlaufenden Summanden (Akkumulator) addiert wird:

$$\text{MAC}(a, b, c) : a \leftarrow a + (b \cdot c)$$

Im Folgenden sei ein dem IEEE-Format analog definiertes Gleitkommaformat gegeben:

V	E (4)	M (3)
7	6 3 2	0

Berechnen Sie das Ergebnis der Operation $\text{MAC}(a, b, c)$ mit den im definierten Format gegebenen Werten, ohne die Gleitkommadarstellung zu verlassen. (6 Punkte)

$$a = 0\ 1001\ 100$$

$$b = 0\ 1000\ 010$$

$$c = 0\ 1000\ 101$$