

14.02.2017

Klausur über den Stoff der Vorlesung „Grundlagen der Informatik II“ (90 Minuten)

Name: _____ Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____ Semester: _____ (WS 2016/17)

Ich bestätige, dass ich die folgenden Angaben gelesen und mich von der Vollständigkeit dieses Klausurexemplars überzeugt habe (Seiten 1-24).

Unterschrift des o. g. Klausurteilnehmers
bzw. der o. g. Klausurteilnehmerin

Anmerkungen:

1. Legen Sie bitte Ihren Studierendenausweis bereit.
2. Bitte tragen Sie **Name**, **Vorname** und **Matr.-Nr.** deutlich lesbar ein.
3. Die folgenden **11 Aufgaben** sind vollständig zu bearbeiten.
4. Folgende Hilfsmittel sind zugelassen: **keine**.
5. Täuschungsversuche führen zum Ausschluss von der Klausur.
6. Unleserliche oder mit Bleistift geschriebene Lösungen können von der Klausur bzw. Wertung ausgeschlossen werden.
7. Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.

Nur für den Prüfer :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	-	-	-	-	-	gesamt
(8)	(12)	(9)	(8)	(8)	(6)	(6)	(10)	(8)	(8)	(7)						(90)

Aufgabenübersicht

1) Endliche Automaten (8 Punkte)	3
2) Kellerautomaten (12 Punkte)	5
3) Grammatiken (9 Punkte)	7
4) Pumping Lemma für kontextfreie Sprachen (8 Punkte)	9
5) Berechenbarkeit (8 Punkte)	10
6) Binary Decision Diagram (6 Punkte)	13
7) CMOS (6 Punkte)	15
8) Zahlendarstellung (10 Punkte)	17
9) Rechnerarchitektur (8 Punkte)	19
10) Adressierungsarten (8 Punkte)	21
11) Betriebssysteme (7 Punkte)	23

Aufgabe 1 **8 Punkte**

2017-H-01

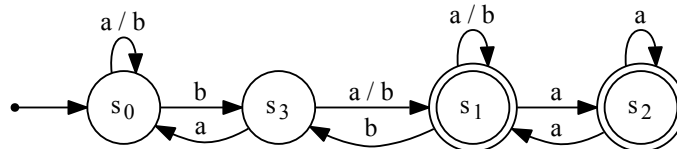
Endliche Automaten

/ 8

Gegeben sei der folgende **nichtdeterministische** endliche Automat:

$$A = (\{a, b\}, \{s_0, \dots, s_3\}, \delta, s_0, \{s_1, s_2\})$$

δ :



Erstellen Sie mithilfe des aus der Vorlesung bekannten Algorithmus einen **deterministischen** endlichen Automaten $A' = (E', S', \delta', s'_0, F')$ mit $L(A') = L(A)$ und geben Sie diesen vollständig an.

Hinweis: Geben Sie insbesondere ein Zustandsüberförungsdiagramm an. Nutzen Sie die vorgegebene Tabelle.

$$A' = \left(\underbrace{\quad}_{E'}, \underbrace{\quad}_{S'}, \delta', \underbrace{\quad}_{s'_0}, \underbrace{\quad}_{F'} \right)$$

δ' :

Aufgabe 2**12 Punkte****2017-H-02****Kellerautomaten**

/ 12

Gegeben sei die folgende Sprache L (wobei $|w|_a$ wie immer die Anzahl der a 's in w bezeichnet):

$$L = \{w \in \{a, b\}^* \mid \exists n \in \mathbb{N}_0 : |w|_a = |w|_b + 2 \cdot n\}$$

L enthält also alle Wörter über $\{a, b\}$, mit folgenden Eigenschaften:

- es gibt **mindestens** so viele a 's wie b 's und
- falls es **mehr** a 's als b 's sind, dann ist dieser Überschuss $|w|_a - |w|_b$ eine gerade Zahl.

Bspw. gilt:

$$\lambda, aa, aaaa, ba, bbaaaa, baaaba, babaaaaab \in L;$$

$$a, b, bbbbaa, ababa, bbbbaa \notin L.$$

Geben Sie einen **nichtdeterministischen** Kellerautomaten $A = (E, S, K, \delta, s_0, k_0, F)$ an, mit $L(A) = L$. Geben Sie A vollständig an.

Hinweise:

- Zählen Sie beim Durchlaufen des Wortes zunächst den Überschuss $|w|_a - |w|_b$ im Keller mit und überprüfen Sie erst am Wortende, ob dieser gerade ist.
- Da unbekannt ist, wann das Wortende kommt, springen Sie einfach nichtdeterministisch an jeder (sinnvollen) Stelle „auf Verdacht“ in den Überprüfungsmodus.

$$A = \left(\{ \quad \}, \{ \quad \}, \{ \quad \}, \delta, s_0, k_0, \{ \quad \} \right)$$

δ :

Aufgabe 3	9 Punkte
2017-H-03	Grammatiken
	/ 9

Gegeben sei eine Grammatik $G = (\{B, C, S, W, Z\}, \{a, b, c\}, P, S)$ mit

$$\begin{aligned}
 P = \{ & S \rightarrow aBC \mid aSBC, \\
 & CB \rightarrow CZ, \\
 & CZ \rightarrow WZ, \\
 & WZ \rightarrow WC, \\
 & WC \rightarrow BC, \\
 & aB \rightarrow ab, \\
 & bB \rightarrow bb, \\
 & bC \rightarrow bc, \\
 & cC \rightarrow cc\}
 \end{aligned}$$

Es gilt:

$$L(G) = \{a^n b^n c^n \mid n \in \mathbb{N}\} = \{abc, aabbcc, aaabbbccc, aaaabbbbcccc, \dots\}$$

Gegeben sei außerdem die Sprache L_1 , die ein b weniger pro Wort enthält als $L(G)$:

$$L_1 = \{a^n b^{n-1} c^n \mid n \in \mathbb{N}\} = \{ac, aabcc, aaabccc, aaaabbbcccc, \dots\}$$

(a) Kreuzen Sie an, von welchen Typen die Grammatik G ist:

rechtslinear	LR(k)	kontextfrei	kontextsensitiv	monoton	allgemein

/ 2

(b) Leiten Sie das Wort $aabcc$ mit G ab.

/ 4

(c) Ändern Sie G so ab, dass für die resultierende Grammatik G_1 gilt:

$$L(G_1) = L_1$$

Hinweise:

- Sie dürfen die Änderung(en) direkt durch Beschriftungen in G vornehmen oder verbal erklären, was geändert werden muss.
- Denken Sie nicht zu kompliziert! Es reicht eine kleine Anpassung mit „Korrektur“.

/ 3

Aufgabe 4**8 Punkte****2017-H-04****Pumping Lemma für kontextfreie Sprachen**

/ 8

Gegeben sei die Sprache L_2 :

$$L_2 = \{a^n b^{n-2} c^n \mid n \geq 2\} = \{aacc, aaabccc, aaaabbccccc, \dots\}$$

Zeigen Sie mit dem Pumping-Lemma für kontextfreie Sprachen, dass L_2 nicht kontextfrei ist.

Hinweis: Ein passendes Pumpwort zu finden ist nicht schwer, aber ein „schlechtes“ Pumpwort kann den Beweis unmöglich machen.

Aufgabe 5**8 Punkte****2017-H-05****Berechenbarkeit**

/ 8

Das (nicht entscheidbare) **Halteproblem für Turingmaschinen H** kann als die Frage aufgefasst werden, ob eine gegebene Turingmaschine auf einer gegebenen Eingabe anhält.

- (a) Formulieren Sie das Halteproblem für Turingmaschinen, wie man alle Entscheidungsprobleme in der Informatik definiert – als **formale Sprache L_H** (deren Entscheidbarkeit zu prüfen ist).

Hinweis: Sie dürfen umgangssprachlich schwammig (dabei aber bitte trotzdem **möglichst präzise**) formulieren. Denken Sie nicht zu kompliziert!

$$L_H =$$

/ 2

- (b) Warum ist das Halteproblem für Turingmaschinen immerhin **semientscheidbar**?

Hinweis: Überlegen Sie, wie eine Turingmaschine U vorgehen kann, um bei Eingabe einer Turingmaschine T mit zugehöriger Eingabe w für T immer nach endlicher Zeit akzeptierend zu halten, wenn T auf w anhält (und im anderen Fall niemals akzeptierend zu halten).

/ 2

- (c) Warum ist das **Halteproblem für endliche Automaten (Akzeptoren)** entscheidbar?

/ 2

- (d) **Zwei Zusatzpunkte:** Warum ist das **Halteproblem für linear beschränkte Automaten (LBA)** entscheidbar? ⟨Schwer! Aber wohlbekanntes Prinzip.⟩

Hinweis: Wie unterscheidet sich ein LBA von einer allgemeinen Turingmaschine – und wie kann dieser Unterschied ausgenutzt werden, um Endlosschleifen zu erkennen?

/ <2>

- (e) Das **Komplement des Halteproblems für Turingmaschinen** \overline{H} bezeichnet die Frage, ob eine gegebene Turingmaschine T auf einer gegebenen Eingabe w **nicht anhält**. Begründen Sie, dass, falls \overline{H} entscheidbar wäre, H ebenfalls entscheidbar wäre.

Hinweis: Wie kann die Ausgabe einer Turingmaschine, die \overline{H} entscheidet, ganz einfach in eine Ausgabe für H umgewandelt werden?

/ 2

- (f) **Zwei Zusatzpunkte:** Warum kann umgekehrt aus der Semientscheidbarkeit von H **nicht** auf die Semientscheidbarkeit von \overline{H} geschlossen werden? ⟨Schwer!⟩

Hinweis: Denken Sie an Ihre Lösung zu (b). Warum funktioniert diese nicht für \overline{H} ?

/ ⟨2⟩

Aufgabe 6**6 Punkte****2017-H-06****Binary Decision Diagram**

/ 6

Gegeben sei die Funktion $f : \mathbb{B}^3 \rightarrow \mathbb{B}$ durch folgende Wahrheitstabelle:

a	b	c	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

(a) Erstellen Sie das zu f gehörende BDD bei Variablenreihenfolge $a \rightarrow b \rightarrow c$.

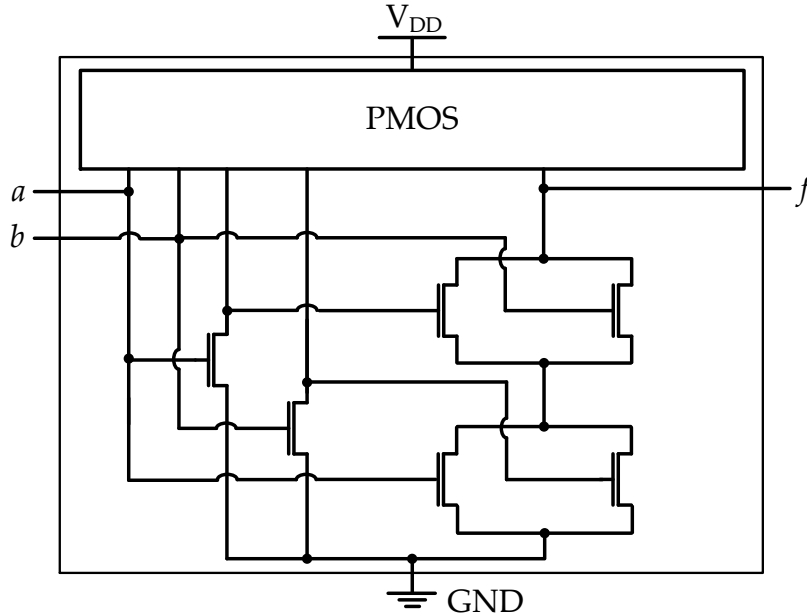
/ 5

(b) Geben Sie die Funktion f als Booleschen Term an.

/ 1

Aufgabe 7	6 Punkte
2017-H-07	CMOS
	/ 6

Die Funktion $f : \mathbb{B}^2 \rightarrow \mathbb{B}$ sei durch folgende halb dargestellte CMOS-Schaltung gegeben:



(a) Lesen Sie aus dem gegebenen NMOS-Teil einen Booleschen Term für f ab.

/ 4

(b) Füllen Sie die gegebene Wahrheitstabelle aus und geben Sie an, um welche bekannte Boolesche Funktion es sich handelt.

Hinweis: Es reicht ein einziger bekannter Boolescher Operator.

/ 2

a	b	f
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Aufgabe 8**10 Punkte**

2017-H-08

Zahldarstellung

/ 10

Neben Dualzahlen sind auch **Oktalzahlen**, also Zahlen zur Basis 8, in der Informatik von großer Bedeutung. Gegeben sei daher eine Zahl Z in Gleitpunktdarstellung zur Basis 8, deren Dezimalwert Z_{10} in dieser Aufgabe bestimmt werden soll:

$$Z_{GPZ_8} = \quad \quad \quad 1 \quad 4 \ 2 \ 6 \quad 6 \ 2 \ 6 \ 7$$

Vorzeichen Charakteristik Mantisse

Hinweis: Zahlenwerte dieser Aufgabe müssen Sie nicht ausrechnen, es genügen korrekte Terme. Alle Einzelwerte müssen aber als Dezimalzahlen angegeben werden.

- (a) Geben Sie zunächst für das **Dualsystem** die bekannte Formel zur Berechnung des Zahlenwerts $z(X_{GPZ_2})$ einer Gleitpunktzahl $X_{GPZ_2} = v \ c \ m$ sowie für das q der Exzess- q -Darstellung der Charakteristik an.

$$z(X_{GPZ_2}) =$$

$$q_{\text{(allgemeine Formel für den Dualfall)}} =$$

/ 2

- (b) Welchen Wert hat nun das q für die Exzess- q -Darst. der Charakteristik von Z_{GPZ_8} (s. o.)?

Hinweis: Überlegen Sie, wie durch q der Zahlenbereich verschoben werden muss, um eine **möglichst gleiche Anzahl positiver und negativer darstellbarer Zahlen** in der Charakteristik zu erreichen. Orientieren Sie sich an der Formel für die Dualdarstellung.

$$q_{\text{(konkreter Wert für } Z_{GPZ_8} \text{ als Dezimalzahl)}} =$$

/ 3

- (c) Welchen Wert hat der Exponent e von Z_{GPZ_8} (s. o.)? (Geben Sie den Wert in Abhängigkeit von q an, wenn Sie (b) nicht gelöst haben.)

$$e =$$

/ 2

- (d) Geben Sie den Dezimalwert von Z_{GPZ_8} (s. o.) an (in Abhängigkeit von q bzw. e , falls Sie diese Werte nicht berechnet haben).

Hinweis: In allen Darstellungen zur Basis ungleich 2 gibt es keine implizite führende 1.

$$Z_{10} =$$

/ 3

Aufgabe 9**8 Punkte****2017-H-09****Rechnerarchitektur**

/ 8

- (a) Erläutern Sie, was man unter dem physikalischen von Neumann-Engpass versteht und beschreiben Sie kurz ein Konzept, wie dieser vermieden werden kann.

/ 3

- (b) Erklären Sie kurz die Aufgaben der folgenden Protokolle

/ 3

- Transmission Control Protocol (TCP)

- Internet Protocol (IP)

- User Datagram Protocol (UDP)

- (c) Geben Sie an, welches der beiden Protokolle TCP oder UDP Sie zum Streamen von Videodateien bevorzugen würden und begründen Sie Ihre Wahl kurz.

/ 2

Aufgabe 10 **8 Punkte**

2017-H-10

Adressierungsarten

/ 8

Die arithmetischen Befehle einer Assembler-Sprache seien folgendermaßen aufgebaut:

OpCode Q1 Q2 Z

(Für Quelle 1, Quelle 2, Ziel.) Es gelten diese Kennzeichnungen für Adressierungsarten:

- Unmittelbare Adressierung: Präfix #
- Direkte Adressierung: ohne Präfix
- Indirekte Adressierung: Präfix *

Gegeben sei ein einfaches (niemals terminierendes) Assembler-Programm:

I	loop	SUBTRACT	1	2	R3	subtrahiert Q1 minus Q2
II		ADD	#1	#2	R4	
III		MULITPLY	*1	*2	R5	
IV		DIVIDE	9	*2	R10	dividiert Q1 durch Q2
V		JUMP	loop			springt bedingungslos nach loop

Gegeben sei außerdem ein aus zehn Registern bestehender Speicher mit folgenden ursprünglich gespeicherten Werten:

Reg.	Ursprungswert	Nach Zeile I	Nach Zeile II	Nach Zeile III	Nach Zeile IV
R1	5				
R2	4				
R3	6				
R4	2				
R5	3				
R6	7				
R7	4				
R8	15				
R9	9				
R10	11				

(a) Tragen Sie in Spalte „Nach Zeile x“ der Tabelle jeweils **den einen neuen Wert** ein, der sich bei Ausführung der Zeile x des Programms ergibt (Erstausführung der Schleife).

/ 4

(b) Wie ändert sich der Speicher im zweiten, dritten, vierten, ... Schleifendurchlauf? Erklären Sie kurz den allgemeinen Ablauf.

/ 4

Aufgabe 11**7 Punkte**

2017-H-11

Betriebssysteme

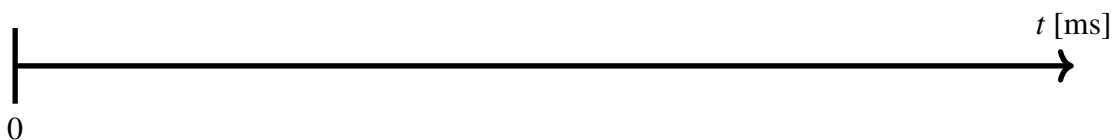
/ 7

Betrachten Sie die Prozesse P1 bis P4, die **zeitverzögert** in die Warteschlange eines Prozessors zur Bearbeitung eingereicht werden. Die Ankunftszeit gibt an, zu welchem Zeitpunkt ein Prozess in die Warteschlange eingereicht wird.

Prozesse	CPU-Zeit in ms	Ankunftszeit
P1	40	0
P2	20	20
P3	35	40
P4	25	80

- (a) Teilen Sie den Prozessen Rechenzeit gemäß dem Round Robin Verfahren zu. Die Zeitscheibe sei dabei in feste Zeitspannen der Länge $Z = 15$ ms unterteilt. Veranschaulichen Sie Ihr Ergebnis auf dem gegebenen Zeitstrahl.

/ 3



- (b) Für welche Zeitspannen $Z \geq 15$ ms wird P2 **vor allen anderen** Prozessen beendet? Geben Sie ein Intervall für alle möglichen Werte von Z an.

/ 2

- (c) Wie muss eine Folge an Prozessen, die nacheinander bei einem Prozessor ankommen, in Abhängigkeit der Bearbeitungszeiten angeordnet sein, damit die Zuteilungsverfahren **First Come First Serve (FCFS)** und **Shortest Job First (SJF)** diese in der gleichen Reihenfolge abarbeiten?

/ 2