

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

Name: _____ Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____ Semester: _____ (WS 2015/16)

Ich bestätige, dass ich die folgenden Angaben gelesen und mich von der Vollständigkeit dieses Klausurexemplars überzeugt habe (Seiten 1-13).

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 **10 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	-	-	-	-	-	-	gesamt
(10)	(10)	(12)	(8)	(8)	(9)	(11)	(8)	(8)	(6)							(90)

Aufgabenübersicht

1) Endliche Automaten und reguläre Ausdrücke (10 Punkte) . . .	2
2) Pumping-Lemma für EA-Sprachen (10 Punkte)	3
3) Kellerautomaten (12 Punkte)	5
4) Kontextfreie Grammatiken (8 Punkte)	6
5) Komplexität (8 Punkte)	7
6) Flip-Flops (9 Punkte)	8
7) Huffman-Kodierung (11 Punkte)	9
8) Rechnerarchitektur (8 Punkte)	11
9) Assembler und Adressierung (8 Punkte)	12
10) Hauptspeicherzuweisung (6 Punkte)	13

Aufgabe 1**10 Punkte****2016-H-01****Endliche Automaten und reguläre Ausdrücke**

/ 10

Für Automaten dieser Aufgabe reicht jeweils die Angabe von δ .

- (a) Geben Sie über dem Alphabet $E = \{a\}$ wie folgt einen **deterministischen** endlichen Automaten (DEA) an: Er soll möglichst wenige Zustände haben, aber trotzdem noch verkleinert werden können (welche Sprache er erkennt, ist unerheblich).

Sie sollen also den **kleinsten nicht minimalen (vereinfachten) DEA** angeben, der über einem **einelementigen** Alphabet gebildet werden kann. (Es gibt mehrere Lösungen.)

/ 3

Falls Sie (a) nicht lösen können, dürfen Sie für die folgenden Aufgabenteile einen beliebigen (nicht minimalen) DEA wählen. Zeichnen Sie diesen unter (a), bevor Sie fortfahren.

- (b) Minimieren Sie Ihren DEA aus Aufgabenteil (a) nach dem Algorithmus aus der Vorlesung. Geben Sie insbesondere die (sehr einfache) Minimierungstabelle und den minimierten Automaten an.

/ 2

- (c) Geben Sie einen regulären Ausdruck α an, der dieselbe Sprache definiert wie Ihr Automaten aus Aufgabenteil (a) bzw. (b).

/ 1

- (d) Existiert für **jeden beliebigen** (vereinfachten) DEA mit n Zuständen über $E = \{a\}$ ein äquivalenter (vereinfachter) DEA mit $n + 1$ Zuständen? Begründen Sie oder finden Sie ein Gegenbeispiel. *Diese Aufgabe ist zum Knobeln, lösen Sie sie am besten zum Schluss.*

/ 4

Aufgabe 2**10 Punkte****2016-H-02****Pumping-Lemma für EA-Sprachen**

/ 10

(a) Gegeben sei die Sprache L mit

$$L = \{w \in \{0, 1, 2\}^* \mid |w|_0 = |w|_1 + |w|_2 \text{ oder } |w|_0 + |w|_1 = |w|_2\}$$

Es gilt beispielsweise:

$$\lambda, 01, 12, 2001, 1022, 21021000 \in L$$

$$0, 2, 22, 021, 2011, 11201, 0210120 \notin L$$

Zeigen Sie mit dem Pumping-Lemma für EA-Sprachen, dass L **nicht regulär** ist.

Hinweis: Achten Sie darauf, kein Testwort zu wählen, das nach dem Pumpen durch den jeweils anderen Fall abgedeckt ist. Wenn Ihr Testwort zum Beispiel

$$|w|_0 = |w|_1 + |w|_2$$

erfüllt, darf das gepumpte Wort auch den anderen Fall

$$|w|_0 + |w|_1 = |w|_2$$

nicht erfüllen.

/ 7

- (b) Angenommen, jemand beweist, dass für eine Sprache L' die Pump-Eigenschaft des Pumping-Lemmas für EA-Sprachen **erfüllt ist**. Argumentieren Sie, dass es dennoch sein kann, dass L' **nicht regulär** ist.

/ 3

Aufgabe 3**12 Punkte****2016-H-03****Kellerautomaten**

/ 12

Gegeben sei die Sprache L mit

$$L = \{0^i 1^j 2^k \mid i = j + k \text{ oder } i + j = k \text{ mit } i, j, k \in \mathbb{N}_0\}$$

Es gilt beispielsweise:

$$\lambda, 02, 0022, 000222, 01, 0012, 000122, 12, 11222, 00112222 \in L$$

$$0, 1, 2, 22, 012, 210, 0112, 01112, 11222 \notin L$$

Geben Sie einen **nichtdeterministischen** Kellerautomaten A an, der die Sprache L erkennt.
Geben Sie A vollständig an.

$$A = \left(\underbrace{\quad}_E, \underbrace{\quad}_S, \underbrace{\quad}_K, \delta, s_0, k_0, \underbrace{\quad}_F \right)$$

Aufgabe 4**8 Punkte**

2016-H-04

Kontextfreie Grammatiken

/ 8

Gegeben seien die kontextfreien Grammatiken G und G' mit $L(G) = L(G')$:

$$G = (\{A, B, C, D, S\}, \{a, b\}, P, S),$$

$$P = \{S \rightarrow aD \mid SAB,$$

$$A \rightarrow a \mid bbC,$$

$$B \rightarrow a \mid CBa,$$

$$C \rightarrow b \mid Bb,$$

$$D \rightarrow b \mid SAaC\}$$

$$G' = (\{A, B, C, C_{(a)}, C_{(b)}, D, D_{(0)}, D_{(1)}, D_{(2)}, D_{(3)}, D_{(4)}, S\}, \{a, b\}, P', S),$$

$$P' = \{S \rightarrow C_{(a)}D \mid D_{(1)}C_{(b)},$$

$$A \rightarrow a \mid D_{(0)}C,$$

$$B \rightarrow a \mid D_{(2)}C_{(a)},$$

$$C \rightarrow b \mid BC_{(b)},$$

$$D \rightarrow b \mid D_{(4)}C,$$

$$D_{(0)} \rightarrow C_{(b)}C_{(b)},$$

$$D_{(1)} \rightarrow SA,$$

$$D_{(2)} \rightarrow CB,$$

$$D_{(3)} \rightarrow SA,$$

$$D_{(4)} \rightarrow D_{(3)}C_{(a)},$$

$$C_{(a)} \rightarrow a,$$

$$C_{(b)} \rightarrow b\}$$

(a) In welcher Normalform befindet sich G' ?

/ 1

(b) Geben Sie bezüglich G einen Ableitungsbaum für das Wort $abbbbb$ an.

/ 3

(c) Geben Sie bezüglich G' einen Ableitungsbaum für das Wort $abbbbb$ an.

/ 4

Hinweise:

- Nutzen Sie Ihre Kenntnisse darüber, wie die Normalform von G' aus G konstruiert wird, um den Baum aus Teilaufgabe (b) einfach in eine Lösung für (c) abzuwandeln.



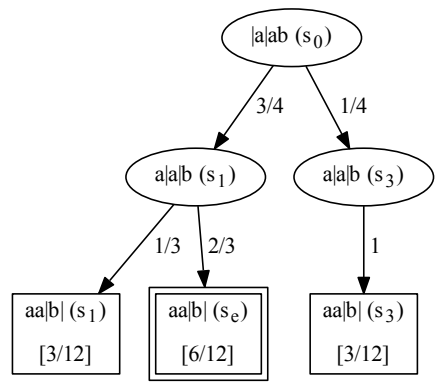
- Zeichnen Sie die Bäume auf die Rückseite der vorherigen Seite.

Aufgabe 5	8 Punkte
2016-H-05	Komplexität
	/ 8

Eine **probabilistische Turingmaschine** ist eine Turingmaschine, die ihre Folgekonfiguration **zufällig** gemäß einer gegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung über die Menge der möglichen Übergänge in der Turingtafel bestimmt.

Das folgende Schaubild zeigt beispielhaft einen Berechnungsbaum einer probabilistischen Turingmaschine bei Eingabe des Wortes *aab*:

Hinweis: Die Schreibweise $u|a|v$ (s) für die Konfiguration ist äquivalent zur Schreibweise (u, s, av) .



Die Zahl an den Kanten gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Turingmaschine die entsprechende Abzweigung wählt, die Zahl an den Blättern, mit welcher Wahrscheinlichkeit die entsprechende Endkonfiguration erreicht wird. Die Turingmaschine akzeptiert also mit einer Wahrscheinlichkeit $6/12 = 1/2$.

Bezeichne pP die Klasse der Entscheidungsprobleme, die von einer probabilistischen Turingmaschine in **Polynomialzeit** mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit größer gleich p korrekt gelöst werden.

(a) Begründen Sie, warum $P \subseteq pP$ gilt (unabhängig vom Wert von p).

/ 4

(b) Begründen Sie, warum $pP \subseteq NP$ gilt (unabhängig vom Wert von p).

/ 4

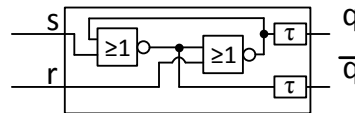
Aufgabe 6	9 Punkte
2016-H-06	Flip-Flops
	/ 9

Bei dem gegebenen Schaltsymbol handelt es sich um ein asynchrones RS-Flip-Flop, das um zwei Verzögerungselemente an den beiden Ausgängen ergänzt wurde. Sie verzögern die Ausgabe der Signale q und \bar{q} um $\tau = 0,5$ Nanosekunden (ns). Weitere Verzögerungen durch Gatter und Leitungen innerhalb der Schaltung können vernachlässigt werden.

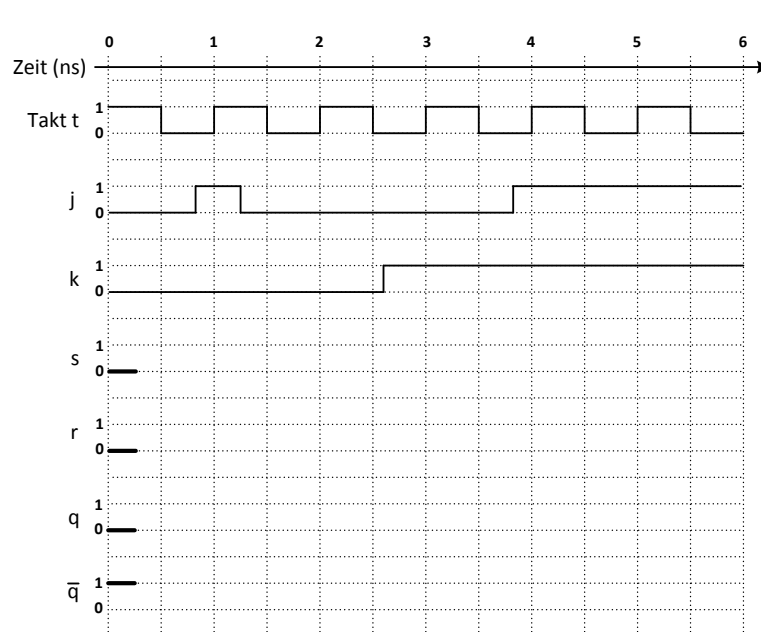
- (a) Ergänzen Sie die Skizze um alle notwendigen Leitungen und Gatter, um das asynchrone RS-Flip-Flop zu einem synchronen JK-Flip-Flop zu erweitern. Die Verzögerungselemente können Sie in dieser Teilaufgabe ignorieren.

Hinweis: Ein JK-Flip-Flop ist ein RS-Flip-Flop mit vorgeschalteten Gattern, die die für RS-Flip-Flops unzulässige Belegung $(r, s) = (1, 1)$ verhindern.

/ 3



- (b) Der gegebene Graph enthält die Signalverläufe für die drei Eingänge j , k und t (Takt) eines synchronen JK-Flip-Flops, sowie Anfangsbelegungen für die Ausgänge q und \bar{q} und die internen Signale r und s (Eingangssignale des ursprünglichen asynchronen RS-Flip-Flops aus Aufgabenteil (a)). Vervollständigen Sie die Signale. Beachten Sie dabei, dass q und \bar{q} um τ verzögert sind.



/ 6

Aufgabe 7 **11 Punkte**

2016-H-07

Huffman-Kodierung

/ 11

(a) Gegeben sei der folgende Text aus 29 Zeichen:

EIN_BRAVER_HAI_ISST_HAFERBREI

Erzeugen Sie zu der durch den Text gegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung eine Huffman-Kodierung. Tragen Sie dazu die Häufigkeiten der Zeichen in die untere Zeile der ersten Tabelle ein, erstellen Sie einen Huffman-Baum mit Angabe der Häufigkeiten an den Knoten und geben Sie in der zweiten Tabelle für jedes Zeichen eine dem Baum entsprechende Kodierung an.

/ 7

R	I	S	H	E	N	F	B	_	A	V	T

Zeichen	Kodierung
R	
I	
S	
H	
E	
N	
F	
B	
_	
A	
V	
T	

- (b) Gegeben seien zwei gleich lange Texte A und B, die aus denselben Zeichen Z_1 bis Z_8 bestehen. Die Häufigkeitsverteilung aller Zeichen in beiden Texten kann der gegebenen Tabelle entnommen werden. Welcher der beiden Texte ist nach der Kodierung mit einer entsprechenden Huffman-Kodierung kürzer? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

/ 2

Zeichen:	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	gesamt
Text A	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Text B	73	1	1	1	1	1	1	1	80

- (c) Wie lang ist Text A aus Teilaufgabe (b), wenn er mit einem Huffmancode kodiert ist?

/ 1

- (d) Wie lang wären die kodierten Texte A und B aus Teilaufgabe (b), wenn es sich bei den Zeichen Z_1 bis Z_8 um einzelne Ziffern handeln würde, die im BCD-Code kodiert sind?

/ 1

Aufgabe 8 **8 Punkte**

2016-H-8

Rechnerarchitektur

/ 8

- (a) Nennen Sie die einzelnen Bestandteile des klassischen Konzepts des von Neumann-Rechners.

/ 2

- (b) In heutigen Rechnern werden als Speicherelemente unter anderem CPU, Register, Cache-Speicher und Arbeitsspeicher eingesetzt. Grenzen Sie diese Elemente voneinander ab, indem Sie die folgenden Eigenschaften der einzelnen Elemente mit einem Begriff beschreiben bzw. bei Bedarf einen Verlauf markieren.

/ 3

	Preis pro Bit	Zugriffszeit	Kapazität
CPU			
Register			
Cache-Speicher			
Arbeitsspeicher			

- (c) Für ein erfolgreiches Zusammenwirken der einzelnen Funktionseinheiten sind spezielle Datensammelwege (Bus) von Bedeutung. Nennen Sie die drei typischen Datensammelwege heutiger Rechner und beschreiben Sie kurz deren Aufgabe.

/ 3

Aufgabe 9 **8 Punkte**

2016-H-9

Assembler und Adressierung

/ 8

Die Befehle einer Assembler-Sprache seien folgendermaßen aufgebaut:

OpCode Q1, (Q2,) Z

Dabei werde das Ergebnis der Operation OpCode basierend auf den durch Q1 (und bei Rechenoperationen Q2) bezeichneten Operanden an der durch Z bezeichneten Adresse abgelegt.

Gegeben sei folgender Ausschnitt aus einem Assemblerprogramm.

<pre> STORE 1001, 1002 STORE #1002, 1001 STORE *1001, 1003 ADD 1003, 1002, *1003 SUBTRACT 40, #79, 1004 </pre>
--

Dabei werden für die Adressierungsarten folgende Notationen verwendet:

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

Gegeben sei weiter ein 4-zeiliger Assoziativ-Cache, der nach dem **Least-Recently-Used**-Prinzip arbeite und zu Beginn die eingetragenen Werte enthalte:

Cache-Zeile	Tag-Feld (Hauptspeicheradresse)	Datum	Zugriffs- Zeitpunkte
0	1001	40	
1			
2			
3			

Bei jeder Assembler-Operation werden die beteiligten Operanden im Cache abgelegt.

Aktualisieren Sie die obige Tabelle mit den während des Programmlaufs anfallenden Werten. Schreiben Sie dabei die Zugriffszeitpunkte in die letzte Spalte.

Aufgabe 10**6 Punkte****2016-H-10****Hauptspeicherzuweisung** / 6

Ein Prozessor benötigt Zugriff auf folgendes Speicherelement im virtuellen Hauptspeicher:

1	0	1	0	1	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- (a) Geben Sie sowohl die Adresse in der Seite als auch die dazugehörige Seitenadresse als Dezimalzahl an.

 / 1

Seitenadresse:

Adresse in der Seite:

- (b) Auf welches Speicherelement muss zugegriffen werden, wenn die Zuordnungsfunktion für das gesuchte Speicherelement der Seite σ für den Seitenrahmen $F(\sigma) = 25$ berechnet? Geben Sie für das neue Speicherelement sowohl die Seitenrahmenadresse als auch die Adresse innerhalb des Seitenrahmens in Binärdarstellung an.

 / 2

- (c) Was bedeutet es, wenn die Zuordnungsfunktion $F(\sigma)$ für die Seite σ den Ungültigkeitswert n liefert?

 / 1

- (d) Welche zwei Fälle können unterschieden werden, wenn $F(\sigma) = n$ ist? Wie ist das jeweilige Vorgehen?

 / 2