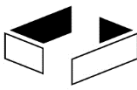


Thema:	Theoretische Informatik			
Dozent:	Prof. Dr. Stephan Kleuker	Seitennummer:	Seite 1 von 10	
Studiengang:	Informatik – (MI und TI)	Studiensemester:	4	
Datum:		Bearbeitungszeit:	120 Minuten	
Matrikelnummer:		Name:		

Diese Beispielklausur gibt einen Eindruck von den Inhalten der Originalklausur und ihrer Form. Die Punktzahlen in Klausuren können von dieser abweichen, die Inhalte nicht. Die Aufgaben wurden in den Übungen bereits behandelt (bzw. werden noch behandelt), die angegebenen Lösungslinks zeigen die Lösungen, dort im Text erwähnte Klausurpunkte sind irrelevant.

Diese Klausur ist Bestandteil der Bachelor-Prüfung im Sinn der Prüfungsordnung.
Zugelassene Hilfsmittel: keine.

Überprüfen Sie, dass Ihre Arbeit aus 10 Blättern besteht. Schreiben Sie oben auf die Klausur Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer. Es ist nicht erlaubt, die Heftung der Klausur aufzutrennen. Schreiben Sie nur mit einem dokumentenechten Stift (kein Bleistift!) nicht in roter Farbe. Rückseiten können beschrieben werden.

Während der Klausur können keine Fragen gestellt werden, falls Sie meinen, dass eine Aufgabenstellung unklar ist, dokumentieren Sie Ihre Annahmen.

Es werden 50 Punkte zum Bestehen benötigt.

Unterschreiben Sie die Klausur.

Aufgabe 1	/21	
Aufgabe 2	/15	
Aufgabe 3	/8	
Aufgabe 4	/7	
Aufgabe 5	/15	
Aufgabe 6	/11	
Aufgabe 7	/6	
Aufgabe 8	/8	
Aufgabe 9	/9	Note:
Gesamt	/100	

Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich die Klausur alleine, nur unter Nutzung der zugelassenen Hilfsmittel, bearbeitet habe.

Unterschrift

Aufgabe 1 (Turing-Maschinen, 5+2+10+4 = 21 Punkte)

- a) Gegeben sei die Turing-Maschine auf der rechten Seite. Geben Sie für die Startworte aaaa und aaa die zugehörigen Berechnungen als Folge von Konfigurationen an, bis keine Folgekonfiguration mehr möglich ist.
- b) Was vermuten Sie, was die Turing-Maschine generell mit dem Bandinhalt macht?
- c) Zeigen Sie durch die Angabe einer Turing-Maschine, dass die Sprache $\{a^n c b^n \mid n \geq 0\}$ von einer Turing-Maschine akzeptiert wird. Beschreiben Sie vorher Ihren Ansatz mit mindestens 2 Sätzen.
- d) Geben Sie für die Startworte abb (nicht zu akzeptieren), ϵ , und aaaabb die zugehörigen Berechnungen als Folge von Konfigurationen an, bis keine Folgekonfiguration mehr möglich ist.

```
% Zustände
Z: Start z1 z2 z3 z4 S
% Alphabet, Leerzeichen # automatisch dabei
A: a b
% Start
S: Start
% Ueberfuehrungsfunktion
% alt lesen neu schreiben Richtung
Start # z1 # L
z1 a z2 b L
z1 b z2 b L
z1 # z3 # R
z2 a z1 a L
z2 b z1 a L
z2 # z3 # R
z3 a z4 a R
z3 b z4 # R
z4 a z4 a R
z4 b z4 b R
z4 # S # S
```

Lösungsvideo

Aufgabe 2 (kontextfreie Grammatiken, 3+1+2+2+5+2 = 15 Punkte)

Gegeben sei folgende Grammatik $(\{Start, A, B\}, \{a, b\}, \text{Regeln}, \text{Start})$ mit den Regeln

$Start \rightarrow AB$ $A \rightarrow aA \mid a \mid B \mid \varepsilon$, $B \rightarrow BB \mid b$

- geben Sie für folgende Worte eine Ableitung an, wenn möglich: aabb, b, a
- Ist die Grammatik mehrdeutig? Begründen Sie ihre Antwort.
- Welche Sprache wird von der Grammatik erzeugt?
- Ist die Sprache mehrdeutig? Begründen Sie ihre Antwort.

Gegeben sei folgende kontextfreie Sprache $L = \{a^n b^{n/3} \mid n \geq 0\}$, dabei steht / für ganzzahlige Division.

- geben Sie eine kontextfreie Grammatik an, die L erzeugt
- Geben Sie für Ihre Grammatik Ableitungen für folgende Worte an: ε , aa, aaab, aaaab

Lösungsvideo

Aufgabe 3 (Transformation kontextfreier Grammatiken, 3+3+2=8 Punkte)

Gegeben sei jeweils folgende Grammatik ($\{\text{Start}, A, B\}$, $\{a, b\}$, Regeln, Start) mit den Regeln

a) Start \rightarrow ABC A \rightarrow AAB $\mid \varepsilon$ B \rightarrow b $\mid \varepsilon$ C \rightarrow CC \mid c

Geben Sie eine sprachäquivalente Grammatik (Regelmenge) ohne ε -Regeln an.

b) Start \rightarrow ABC A \rightarrow BB B \rightarrow b \mid A C \rightarrow c \mid A

Geben Sie eine sprachäquivalente Grammatik (Regelmenge) ohne Ketten-Regeln an.

c) Start \rightarrow ABC A \rightarrow ABC \mid a B \rightarrow b \mid ABC C \rightarrow ABC \mid c

Geben Sie eine sprachäquivalente Grammatik (Regelmenge) in Chomsky-Normalform an.

Lösungsvideo

Aufgabe 4 (Überprüfung von Worten mit CYK, 7 Punkte)

Gegeben Sei die folgende Grammatik mit Nichtterminalen $\{A,B,C,D,E,F,S\}$, Terminalen $\{a,b,c\}$ und Startsymbol S in Chomsky-Normalform. Überprüfen Sie durch Angabe der Matrizen des Cocke-Younger-Kasami-Algorithmus ob die beiden Wörter jeweils mit der Grammatik erzeugbar sind. Sollte es der Fall sein, geben Sie eine Ableitung an.

$S \rightarrow AC$ $S \rightarrow c$ $S \rightarrow DF$ $A \rightarrow BB$ $A \rightarrow b$ $B \rightarrow b$ $B \rightarrow BB$
 $C \rightarrow c$ $C \rightarrow DE$ $D \rightarrow c$ $E \rightarrow DC$ $F \rightarrow DC$

b	b	c	c	c

Lösungsvideo

(nur rechte Seite im Video relevant)

Aufgabe 5 (Semantik und Verifikation von Programmen, 4+8+3=15 Punkte)

Gegeben Seien die folgenden zwei Programme, wobei angenommen werden kann, dass alle Variablen einen ganzzahligen Typen haben.

```
P1 ≡  x := y;  
      y := x;
```

```
P2 ≡  z := 1;  
      while (not (x == 0)) {  
          z := z + 1;  
          x := x - z;  
      }
```

- a) Betrachtet wird der folgende Zustand z mit: $z(x)=2$, $z(y)=3$. Berechnen Sie für alle Programme ($i=1,2$) $\text{SemPart}(P_i, z)$ die partielle Semantik und $\text{Sem}(P_i, z)$ die totale Semantik. Es reicht jeweils die Angabe des Ergebnisses.

Lösungsvideo

zu a)

Beweisen oder widerlegen Sie die partielle Korrektheit folgender Hoare-Tripel.

- b) $\{z=x-y \wedge x>y\}$

```
u := 0;  
while (not (x == y)) {  
    u := u + 1;  
    x := x - 1;  
}  
{u=z}
```

- c) $\{z=y\} y := x + 5; x := y + 5; \{z=y-5\}$

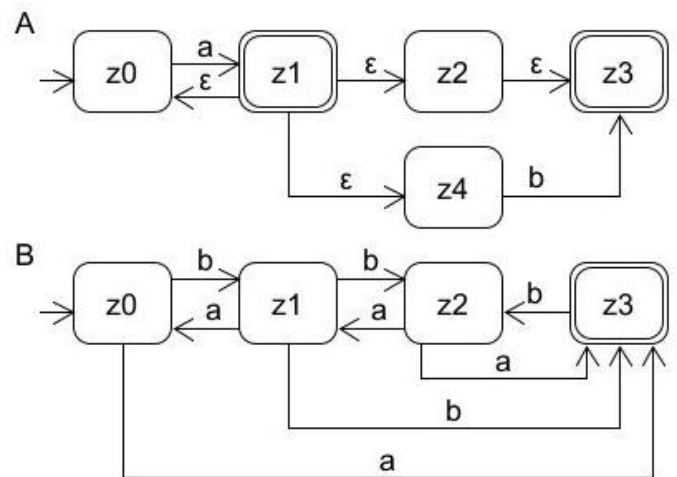
Lösungsvideo

zu b) c)

$$\{p[x:=y]\} x := y; \{p\}$$
$$\frac{\{p\} \text{Prog1} \{q\}, \{q\} \text{Prog2} \{r\}}{\{p\} \text{Prog1} \text{Prog2} \{r\}}$$
$$\frac{\{p \wedge B\} \text{Prog1} \{q\}, \{p \wedge \neg B\} \text{Prog2} \{q\}}{\{p\} \text{if } (B) \{ \text{Prog1} \} \text{ else } \{ \text{Prog2} \} \{q\}}$$
$$\frac{\{p \wedge B\} \text{Prog} \{p\}}{\{p\} \text{while } (B) \{ \text{Prog} \} \{p \wedge \neg B\}}$$
$$\{p\} \text{while } (B) \{ \text{Prog} \} \{p \wedge \neg B\}$$
$$\frac{p \rightarrow p1, \{p1\} \text{Prog} \{q1\}, q1 \rightarrow q}{\{p\} \text{Prog} \{q\}}$$

Aufgabe 6 (endliche Automaten transformieren, 3+7+1=11 Punkte)

- Geben Sie zum Automaten A das Zustandsdiagramm eines sprachäquivalenten Automaten ohne Epsilon-Übergänge durch Anwendung des passenden Transformationsalgorithmus der Veranstaltung an.
- Geben Sie zum Automaten B das Zustandsdiagramm eines sprachäquivalenten vollständigen deterministischen Automaten durch Anwendung des passenden Transformationsalgorithmus der Veranstaltung an.
- Welche Sprache akzeptiert der Automat A?



Lösungsvideo

Aufgabe 7 (Überprüfung auf Akzeptierbarkeit, 6 Punkte)

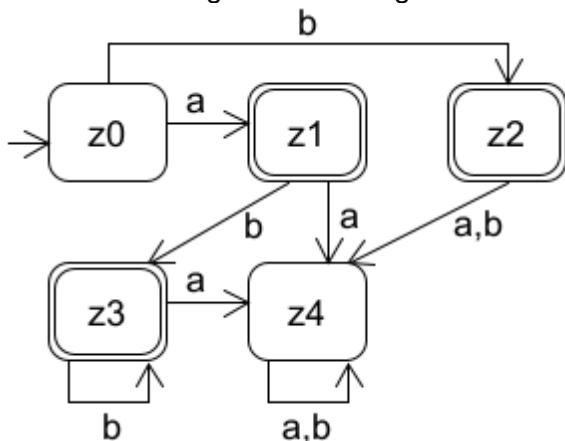
Begründen oder widerlegen Sie möglichst detailliert, dass folgende Sprache von einem endlichen Automaten akzeptiert werden kann: $L = \{a^n \mid n \text{ ist Primzahl}\}$

Lösungsvideo

für Aufgabe 7 und Aufgabe 8 zusammen

Aufgabe 8 (Minimierung von Automaten, 8 Punkte)

Geben Sie für den nachfolgenden Automaten einen sprachäquivalenten minimalen Automaten als Zustandsdiagramm an. Zeigen Sie die Anwendung des Verfahrens aus der Veranstaltung.



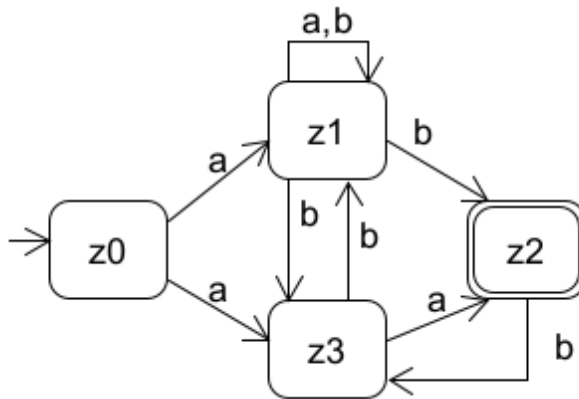
	z1	z2	z3	z4
z0				
z1				
z2				
z3				

Lösungsvideo

für Aufgabe 7 und Aufgabe 8 zusammen

Aufgabe 9 (Reguläre Ausdrücke und Automaten, 4+5=9 Punkte)

- a) Geben Sie zu folgendem regulärem Ausdruck das Zustandsdiagramm eines Automaten an, der die Sprache des Ausdrucks akzeptiert: $((ab)^*(ba)^*)^*$



- b) Entwickeln Sie schrittweise durch Elimination von Zuständen zum obigen Automaten einen regulären Ausdruck, der die Sprache des Automaten beschreibt.

Lösungsvideo

[leeres Blatt, wenn für Notizen abgetrennt, nicht für Lösungen nutzbar; ist immer abzugeben]