

192.134 VU Grundzüge digitaler Systeme
2. Test, 2024W
Gruppe A

Bitte füllen Sie die folgenden Felder jetzt aus und unterschreiben Sie.

Matrikelnummer:

<input type="text"/>							
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Nachname:

<input type="text"/>

Vorname:

<input type="text"/>

Unterschrift:

<input type="text"/>

HINWEISE:

- Arbeitszeit: 90 Minuten
- Schreiben Sie Ihre Lösungen nur auf diesen Prüfungsbogen; verwenden Sie kein eigenes Papier.
- Benutzen Sie dokumentenechte Stifte (kein Bleistift!) und keinen Rotstift.
- Die Verwendung von elektronischen Hilfsmitteln (Taschenrechnern, Mobiltelefonen, . . .), Skripten, Büchern, Mitschriften, Formelsammlungen, etc. ist unzulässig.
- Kennzeichnen Sie bei Ankreuzfragen eindeutig, welche Kästchen Sie kreuzen.
- Streichen Sie Passagen, die nicht gewertet werden sollen, deutlich durch.
- Schreiben Sie leserlich, unleserliche Antworten werden nicht gewertet.

	Max. Punkte	Punkte
A1	22	
A2	22	
A3	20	
A4	20	
A5	16	
Summe	100	

Viel Erfolg!

Aufgabe A1: Aussagenlogik**(22 Punkte)**

a) (16 Punkte) Karl und Viola haben ihre Freunde aus Kroatien zu Besuch und planen eine Tour durch Wien. Hier ein Ausschnitt aus ihren Messengernachrichten:

- *Karl*: Ich finde, das Burgtheater, das Kunsthistorische Museum und das Rathaus könnten wir ihnen zeigen.
- *Viola*: Stimmt. Das Naturhistorische Museum und das Parlament könnten auch noch passen.
- *Karl*: Gute Idee! Von der Auswahl müssen wir mindestens drei nehmen.
- *Viola*: Naja, ins Parlament müssen wir unbedingt.
- *Karl*: Wobei, das Kunsthistorische Museum und das Naturhistorische Museum sind fast am selben Ort. Wir besuchen besser beide Sehenswürdigkeiten oder lassen sie beide aus.
- *Viola*: Hm ja, wenn wir das Burgtheater besuchen, müssen wir auch das Kunsthistorische Museum und das Parlament mitnehmen.
- *Karl*: Guter Punkt. Ich würde aber das Naturhistorische Museum und das Rathaus nicht zusammen aufs Programm setzen.

(i) Formalisieren Sie die beschriebene Situation inklusive aller Anhaltspunkte mittels aussagenlogischer Formeln. Geben Sie die Bedeutung der Aussagenvariablen an.

(ii) Geben Sie alle möglichen Zusammenstellungen von Sehenswürdigkeiten an, die die Kriterien erfüllen. Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe Ihrer aussagenlogischen Modellierung und einer Wahrheitstabelle.

b) (6 Punkte) Wir betrachten zwei aussagenlogische Formeln F_1 und F_2 über disjunkten Variablenmengen. Diese Formeln wurden mit einem SAT-Solver ausgewertet:

- F_1 hat mehrere Modelle
- $\neg F_1$ hat mindestens ein Modell
- F_2 hat kein Modell
- $\neg F_2$ hat mindestens ein Modell

Kreuzen Sie alle korrekten Aussagen über die betrachteten Formeln an.

(2 Punkte pro korrekter Zeile)

	ist erfüllbar	ist widerlegbar	ist gültig
$\neg(F_1 \wedge F_2)$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F_1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F_2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Aufgabe A2: Prädikatenlogik**(22 Punkte)**

Seien $Auto/1$, $Doof/1$, $Farbe/2$, $Mensch/1$, $Spricht/1$ und $Steuert/2$ Prädikatensymbole sowie $schwarz$ ein Konstantensymbol mit folgender Bedeutung:

$Auto(x) \dots x$ ist ein Auto	$Spricht(x) \dots x$ kann sprechen
$Mensch(x) \dots x$ ist ein Mensch	$Farbe(x, y) \dots x$ hat die Farbe y
$Doof(x) \dots x$ ist doof	$Steuert(x, y) \dots x$ steuert y
	$schwarz \dots$ Schwarz

a) (12 Punkte) Verwenden Sie diese Signatur, um die nachfolgenden Sätze in prädikatenlogische Formeln zu übersetzen.

- (i) Alles ist doof.
- (ii) Nichts Doofes steuert ein Auto.
- (iii) Alle schwarzen Autos sprechen.
- (iv) Mindestens ein sprechender Mensch steuert kein Auto.
- (v) Nur Menschen oder sprechende Autos steuern doofe Autos.

- b) (7 Punkte) Wir betrachten hier die verkleinerte Signatur *Auto*/1, *Mensch*/1, *Steuert*/2. Gegeben sei außerdem der Wertebereich

$$\mathcal{U} = \{\text{KITT}, \text{TöffTöff}, \text{TomTurbo}, \text{Herbie}, \text{Susi}, \text{Max}, \text{Karen}, \text{Schwarz}, \text{Blau}, \text{Grün}\}$$

- (i) Vervollständigen Sie die folgende Interpretation so, dass es Autos gibt, die von mehr als einem Menschen gesteuert werden.

$$I(\text{Auto}) = \{\text{KITT}, \text{TöffTöff}, \text{Herbie}\}$$

$$I(\text{Mensch}) = \{\text{Susi}, \text{Grün}\}$$

- (ii) Wie könnte die Signatur *Auto*/1, *Mensch*/1, *Steuert*/2 geändert werden, sodass nichts von mehr als einem Objekt gesteuert werden kann?

Geben Sie die geänderte Signatur an. Geben Sie für neue/geänderte Symbole eine kurze Beschreibung an.

Prädikatsymbole:

Funktionssymbole (inkl. Konstanten):

- (iii) Verwenden Sie Ihre neue Signatur, um folgenden Satz in eine prädikatenlogische Formel zu übersetzen:

Es gibt Autos (mind. eines), die nicht von einem Menschen gesteuert werden.

- c) (3 Punkte) Wir betrachten die verkleinerte Signatur *Auto*/1, *Farbe*/2, *schwarz* erweitert um die Konstantensymbole *blau* und *grün*.

Max hat seinen Geburtstagswunsch mit folgender prädikatenlogischer Formel ϕ definiert:

$$\phi = \exists x (\text{Auto}(x) \wedge \text{Farbe}(x, \text{schwarz}) \wedge \text{Farbe}(x, \text{blau}) \wedge \text{Farbe}(x, \text{grün}))$$

Gesucht ist eine Interpretation I , welche ϕ erfüllt. Teile von I sind schon vorgegeben und dürfen nicht erweitert/verändert werden. Ergänzen Sie die fehlenden Teile.

$$I(\text{schwarz}) = \text{Schwarz},$$

$$I(\text{Auto}) = \{\text{KITT}, \text{TöffTöff}, \text{Herbie}\} \text{ und}$$

$$I(\text{Farbe}) = \{(\text{KITT}, \text{Schwarz}), (\text{TomTurbo}, \text{Blau}), (\text{Herbie}, \text{Grün})\} .$$

Aufgabe A3: Automaten**(20 Punkte)**

- a) (8 Punkte) Kreuzen Sie für nachfolgende Behauptungen an, ob es sich um wahre oder falsche Aussagen handelt.

(richtig: +1 Punkte, falsch: -1 Punkte, keine Antwort: 0 Punkte; Minimum: 0 Punkte)

wahr falsch

Endliche Automaten dürfen nur eine begrenzte feste Zahl an unterscheidbaren Zuständen aufweisen.

Es existieren sowohl deterministische als auch indeterministische Transducer.

Ein DEA kann mehrere Endzustände haben.

Jeder NEA ist ein Akzeptor.

Das Leerwort ε findet sich sowohl im Eingabealphabet Σ eines DEA als auch in dem eines nichtdeterministischen Büchi-Automaten.

Jeder NEA kann in einen semantisch äquivalenten DEA umgewandelt werden.

Ein DEA mit totaler Übergangsfunktion hat immer genau gleich viele Übergänge wie Zustände.

Ein Moore-Automat kann mittels des aus der VO bekannten Verfahrens der Potenzmengenbildung in einen Mealy-Automaten umgewandelt werden.

- b) (12 Punkte) Entwerfen Sie eine „Mini-Enigma“, die geheime Nachrichten verschlüsselt. Dazu wird eine Nachricht zeichenweise verarbeitet, also verschlüsselt und ausgegeben. Verwenden Sie dazu einen **Mealy-Automaten**.

Die Chiffre des zu entwerfenden Automatens basiert auf dem Konzept eines Substitutionscodes: jedes Eingangszeichen wird entsprechend einer Übersetzungstabelle in ein anderes Zeichen umgewandelt. Für diese Aufgabe existieren nun sogar drei verschiedene Übersetzungstabellen (C_1, C_2, C_3), die kontextabhängig (also abhängig von den zuvor verarbeiteten Zeichen) zur Verschlüsselung des aktuellen Zeichens benutzt werden sollen.

C_1	Eingabe	A	B	C	D
	Ausgabe	b	c	d	a

C_2	Eingabe	A	B	C	D
	Ausgabe	d	a	b	c

C_3	Eingabe	A	B	C	D
	Ausgabe	c	b	a	d

Die Übersetzung erfolgt, indem in der Zeile „Eingabe“ das Eingangszeichen gesucht wird. In der so identifizierten Spalte kann dann das Ausgabezeichen in der Zeile „Ausgabe“ abgelesen werden. Ist also beispielsweise C_2 aktiv, so wird das Eingangszeichen B in die Ausgabe a übersetzt.

Zu Beginn ist noch keine Übersetzungstabelle ausgewählt. Die Auswahl erfolgt mit Verarbeitung des ersten Zeichens.

- Ist das erste Zeichen A, so wird C_1 ausgewählt und das Zeichen entsprechend der Auswahl verarbeitet.
- Ist das erste Zeichen B, so wird C_2 ausgewählt und das Zeichen entsprechend der Auswahl verarbeitet.
- Ist das erste Zeichen C, so wird C_3 ausgewählt und das Zeichen entsprechend der Auswahl verarbeitet.
- Ist das erste Zeichen D, so wird C_1 ausgewählt und das Zeichen entsprechend der Auswahl verarbeitet.

Danach erfolgt ein Umschalten zwischen den Übersetzungstabellen nur nach dem Übersetzen bestimmter Eingangszeichen (abhängig von der aktuellen Tabelle): Nach der Verarbeitung des Eingangszeichens D in C_1 wird zu der Übersetzungstabelle C_2 gewechselt, nach der Verarbeitung von C in C_2 wird zu Tabelle C_3 gewechselt, und nach der Verarbeitung von B in C_3 wird zu Übersetzungstabelle C_1 gewechselt.

Achten Sie darauf, den kleinstmöglichen Mealy-Automaten, also jenen mit möglichst wenigen Zuständen, zu entwerfen.

Geben Sie Σ und Γ an. Geben Sie weiters den Automaten als Graph an. Beschriften Sie dabei alle Kanten klar ersichtlich und vollständig. Überprüfen Sie Ihren Mealy-Automaten, indem Sie die Zeichenfolge **ACDCABBA** verarbeiten. Geben Sie das Ergebnis an.

- $\Sigma = \{ \quad \}$
- $\Gamma = \{ \quad \}$
- $[\mathcal{A}](ACDCABBA) = \quad$
- Graph:

Aufgabe A4: Formale Sprachen**(20 Punkte)**

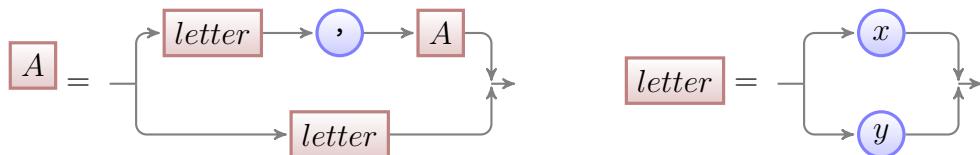
- a) (4 Punkte) Wir betrachten die Sprache L , die durch folgenden Ausdruck in der Notation der POSIX Extended Regular Expressions definiert wird:

$$[ef]*([78]+\mid hw+)\cdot\{1,2\}$$

Kreuzen Sie an, ob die gegebenen Wörter in der Sprache L enthalten sind oder nicht.
(richtig: +1 Punkte, falsch: -1 Punkte, keine Antwort: 0 Punkte; Minimum: 0 Punkte)

	$\in L$	$\notin L$
eehwww.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7..	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
efhwhw.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ef7878\.\{1,2\}	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- b) (4 Punkte) Betrachten Sie folgende Syntaxdiagramme:



Beschreiben Sie dieselbe Sprache mithilfe einer kontextfreien Grammatik. Verwenden Sie EBNF-Notation und vermeiden Sie nach Möglichkeit rekursive Produktionen.

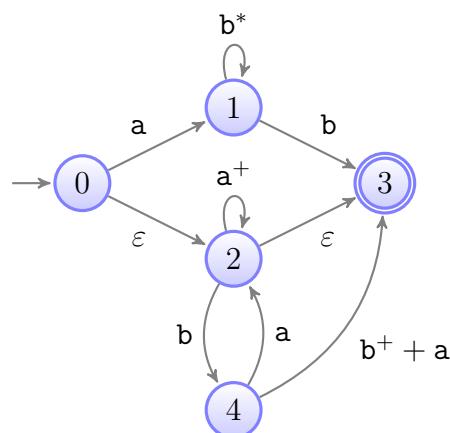
c) (6 Punkte) Geben Sie das Ergebnis folgender Operationen auf den gegebenen Sprachen an. Achten Sie darauf, jeweils die ganze Sprache anzugeben und die Mengenklammern richtig zu setzen.

$$(i) \left(\{bf, x\}^2 \cap \{xbf\}^1 \right) \cdot \{\}^* =$$

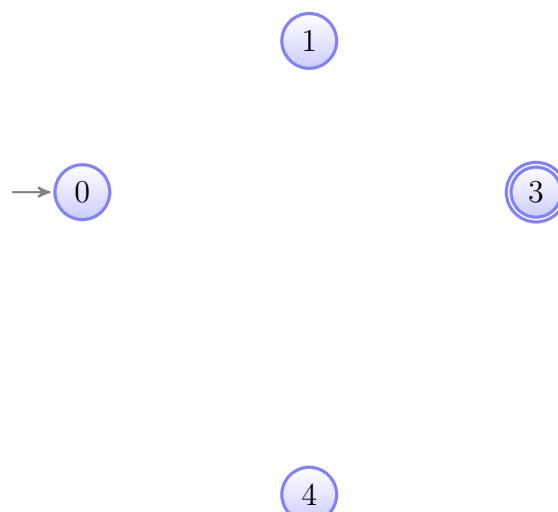
$$(ii) \left(\{on, nlk\}^2 \cdot \{\varepsilon\}^+ \right) \cap \{o, n, l, k\}^5 =$$

$$(iii) \{u\}^* \cdot \{u\}^+ =$$

d) (6 Punkte) Geben Sie zu dem folgenden verallgemeinerten Automaten den daraus resultierenden äquivalenten verallgemeinerten Automaten an, wenn Sie nach dem in der Vorlesung vorgestelltem Verfahren den Knoten 2 entfernen. Vereinfachen Sie die neuen regulären Ausdrücke!

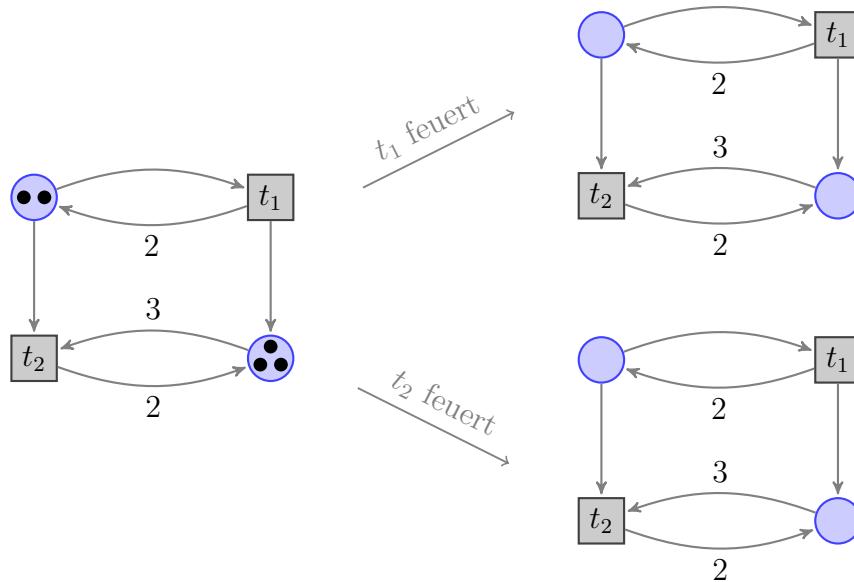


Resultierender verallgemeinerter Automat:



Aufgabe A5: Petri Netze**(16 Punkte)**

- a) (4 Punkte) Gegeben ist ein markiertes Petri-Netz P mit zwei Transitionen. Tragen Sie im oberen unmarkierten Petri-Netz die Markierung ein, die sich aus P durch das Feuern von t_1 ergibt, und darunter jene Markierung, die sich aus P durch das Feuern von t_2 ergibt.



- b) (12 Punkte) Eine Fabrik verpackt Orangen in Kartons, wobei an jedem Packtisch dieselben Handgriffe durchgeführt werden. Zuerst werden sechs Orangen aus dem Container und ein Karton vom Kartonstapel genommen und auf den Packtisch gelegt. Dann werden die Orangen in den Karton gelegt, dieser wird verschlossen und zu den fertigen Kartons gestellt. Nun kann sich die Person am Packtisch dem nächsten Karton widmen.

Modellieren Sie den Ablauf an einem Packtisch als Petri-Netz.

- Stellen Sie die wesentlichen Arbeitsschritte durch Stellen bzw. Transitionen dar.
- Geben Sie den Stellen und Transitionen sinnvolle Bezeichnungen.
- Geben Sie eine geeignete Anfangsmarkierung an. Fügen Sie bei den Stellen für die beiden Ausgangsprodukte und das Endprodukt jeweils eine Transition hinzu, die diese Produkte liefert bzw. entfernt.