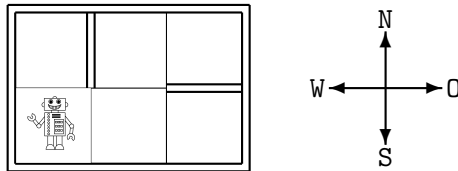


3.0/2.0 VU Formale Modellierung 185.A06 WS 2013/SS 2014 30. Juni 2014			
Matrikelnummer	Familiename	Vorname	Gruppe A

Aufgabe 1 (10 Punkte) Ein Roboter wird in einem Labyrinth ausgesetzt, um es zu erkunden. Er erhält jeweils einen der Steuerbefehle N (Nord), S (Süd), W (West) und O (Ost), wodurch er versucht, sich um ein Feld in die angegebene Richtung weiterzubewegen. Gelingt ihm das, antwortet er 1 (ja). Ist der Weg durch eine Mauer versperrt, bleibt er auf dem ursprünglichen Feld und antwortet 0 (nein).

Geben Sie einen Moore-Automaten an, der das Antwort-Verhalten des Roboters für das folgende Labyrinth beschreibt. Nehmen Sie an, dass sich der Roboter zu Beginn im südwestlichsten Feld befindet. Die doppelten Linien markieren Mauern.



Die Eingabe NNOSS000WNO führt beispielsweise zur Ausgabe 10010110111.

Aufgabe 2 (10 Punkte) Die *Planning Domain Definition Language* (PDDL) wird zur Beschreibung von Planungsproblemen verwendet. Das folgende PDDL-Beispiel beschreibt ein Problem namens „Blocksworld-Instanz-1“ aus dem Bereich „Blocksworld“, in dem es die Objekte „A“, „B“ und „C“ vom Typ „Block“ sowie das Objekt „D“ vom Typ „Cube“ gibt; der „:init“-Abschnitt beschreibt die gegebene Ausgangssituation, der „:goal“-Abschnitt die gewünschte Zielsituation.

```
(define (problem Blocksworld-Instanz-1)
  (:domain Blocksworld)
  (:objects A B C - Block D - Cube)
  (:init (Clear A) (Clear C) (On C B) (OnTable A) (OnTable B) (HandEmpty) )
  (:goal (OnTable C) (On A B) (On B C) )
)
```

Grundsätzlich bestehen Problembeschreibungen aus ineinander geschachtelten Listen, die jeweils in runden Klammern eingeschlossen sind. Die Listenelemente werden durch Leerzeichen getrennt. Es genügt, wenn Sie einzelne Leerzeichen zur Trennung vorsehen, mehrfache Leerzeichen und Zeilenumbrüche müssen nicht berücksichtigt werden.

Die oberste Liste besteht aus sechs Elementen, nämlich dem Schlüsselwort „define“ gefolgt von Listen für die Problembezeichnung, die Bereichsbezeichnung, die Objektdefinitionen, die Ausgangs- und die Zielsituation (wie im Beispiel oben).

„define“, „problem“, „:domain“, „:objects“, „:init“ und „:goal“ sind Schlüsselwörter. Alle anderen Bezeichnungen bestehen aus Buchstaben, Ziffern und Bindestrichen, beginnen aber immer mit einem Buchstaben.

Objekte werden im „:objects“-Abschnitt definiert. Der Liste von Objekten folgt getrennt durch einen Bindestrich ihr Typ. Darauf können weitere Objekte mit einer weiteren Typangabe (im Beispiel oben „Cube“) folgen, und so weiter.

Der „:init“- und der „:goal“-Abschnitt besteht jeweils aus einer Folge von sogenannten Prädikaten. Jedes Prädikat ist eine Liste, die mit einem Prädikatnamen beginnt, dem Argumente folgen können. Etwa enthält das Prädikat „(Clear A)“ den Prädikatnamen „Clear“ und das Argument „A“. „(HandEmpty)“ enthält nur einen Prädikatnamen, aber keine Argumente. Im Prädikat „(On A B)“ folgen dem Prädikatnamen zwei Argumente.

Geben Sie eine strukturierte kontextfreie Grammatik in EBNF an, die den Aufbau derartiger Problembeschreibungen spezifiziert.

Aufgabe 3 (10 Punkte) Wieder einmal sinkt das Schiff von Robinson Crusoe vor einer einsamen Insel. Crusoe besitzt ein rotes Taschenmesser, ein Küchenmesser aus Silber, goldfarbene Kopfhörer und einen weißen MP3-Player, er kann aber höchstens zwei Gegenstände gleichzeitig an Land mitnehmen. Er stellt folgende Überlegungen an:

- Zur Unterhaltung brauche ich Taschenmesser oder MP3-Player oder, noch besser, beide.
 - Den MP3-Player mitzunehmen macht nur Sinn, wenn ich auch die Kopfhörer mitnehme.
 - Eines der beiden Messer muss sein, aber nicht beide.
 - Um die Kannibalen zu besänftigen benötige ich etwas Goldenes oder Silbernes.
- a) Formalisieren Sie die beschriebene Situation inklusive aller Anhaltspunkte mittels aussagenlogischer Formeln. Geben Sie die Bedeutung der von Ihnen verwendeten Aussagenvariablen an.
- b) Welche Gegenstände nimmt Crusoe mit auf die Insel? Begründen Sie die Antwort mit Hilfe Ihrer aussagenlogischen Modellierung.

Aufgabe 4 (10 Punkte) Seien $Person/1$, $Nass/1$, $Hobby/1$ und $Betreibt/2$ Prädikaten-symbole sowie $surfen$ und $tauchen$ Konstantensymbole mit folgender Bedeutung:

$Person(x)$... x ist eine Person	$Betreibt(x, y)$... x betreibt y
$Nass(x)$... x ist nass	$surfen$... Surfen
$Hobby(x)$... x ist ein Hobby	$tauchen$... Tauchen

Verwenden Sie diese Symbole, um die folgenden Sätze in prädikatenlogische Formeln zu übersetzen.

- a) Alle Personen, die Surfen oder Tauchen betreiben, sind nass.
- b) Es gibt Personen, die alle nassen Hobbies betreiben.

Sei weiters folgende Interpretation I gegeben:

$$\begin{aligned} \mathcal{U} &= \{\text{Tom, Anna, Lisa, Karin, Schwimmen, Surfen, Segeln, Eislaufen,} \\ &\quad \text{Tauchen, Radfahren, Lesen, Laufen}\} \\ I(\text{Person}) &= \{\text{Tom, Lisa, Karin}\} \\ I(\text{Nass}) &= \{\text{Schwimmen, Surfen, Segeln, Eislaufen}\} \\ I(\text{Hobby}) &= \{\text{Schwimmen, Surfen, Tauchen, Radfahren, Lesen, Laufen}\} \\ I(\text{Betreibt}) &= \{(\text{Tom, Eislaufen}), (\text{Tom, Radfahren}), (\text{Tom, Segeln}), \\ &\quad (\text{Anna, Radfahren}), (\text{Anna, Tauchen}), (\text{Anna, Eislaufen}), \\ &\quad (\text{Lisa, Surfen}), (\text{Lisa, Schwimmen}), (\text{Lisa, Segeln}), \\ &\quad (\text{Karin, Radfahren}), (\text{Karin, Eislaufen})\} \\ I(\text{surfen}) &= \text{Surfen} \\ I(\text{radfahren}) &= \text{Radfahren} \end{aligned}$$

Übersetzen Sie die nachfolgenden Formeln in natürliche Sprache. Geben Sie an, ob die Formeln in der Interpretation I wahr oder falsch sind. Begründen Sie Ihre Antwort; es ist keine formale Auswertung erforderlich.

- c) $\forall x (\text{Betreibt}(x, \text{surfen}) \neq \text{Betreibt}(x, \text{radfahren}))$
d) $\exists x (\text{Betreibt}(x, \text{surfen}) \wedge \neg \text{Betreibt}(x, \text{radfahren}))$
e) $\forall x (\text{Nass}(x) \supset (\text{Person}(x) \wedge \exists y \text{Betreibt}(x, y)))$
f) $\exists x (\text{Person}(x) \wedge \exists y (\text{Hobby}(y) \wedge \text{Betreibt}(x, y)))$

Aufgabe 5 (10 Punkte) In Büchern über formale Sprachen ist folgende Definition zu finden:

Eine *reguläre Grammatik* wird durch ein 4-Tupel $G = \langle V, T, P, S \rangle$ festgelegt, wobei

- V und T endliche, disjunkte Mengen von Symbolen sind ($V \cap T = \{\}$),
- S ein Symbol aus V ist ($S \in V$) und
- $P \subseteq V \times (T \cdot V \cup \{\varepsilon\})$ eine endliche Menge von Paaren ist.

Die Elemente von P werden Produktionen genannt; statt $(x, y) \in P$ wird auch $x \rightarrow y$ geschrieben. Die Notation $x \rightarrow y_1 \mid \dots \mid y_n$ ist eine Abkürzung für die Produktionen $x \rightarrow y_1, \dots, x \rightarrow y_n$.

Das Wort $u y v$ ist aus dem Wort $u x v$ in einem Schritt ableitbar, geschrieben $u x v \Rightarrow u y v$, wenn $x \rightarrow y$ gilt. Die von G generierte Sprache $\mathcal{L}(G)$ ist definiert als die Menge $\{w \in T^* \mid S \xRightarrow{*} w\}$, wobei $\xRightarrow{*}$ den reflexiven und transitiven Abschluss von \Rightarrow bezeichnet.¹

¹Das heißt, dass $\xRightarrow{*}$ die kleinste Relation mit folgenden Eigenschaften ist:

- Aus $u \Rightarrow v$ folgt $u \xRightarrow{*} v$.
- Es gilt $u \xRightarrow{*} u$ für alle Wörter $u \in T^*$.
- Aus $u \xRightarrow{*} v$ und $v \xRightarrow{*} w$ folgt $u \xRightarrow{*} w$.

Anschaulich gesprochen steht $\xRightarrow{*}$ für die Ableitbarkeit in beliebig vielen Schritten.

- a) Geben Sie an, welche der folgenden Tupeln eine reguläre Grammatik gemäß der obigen Definition darstellt. Begründen Sie Ihre Antwort, falls es sich um keine reguläre Grammatik handelt. Entspricht das Tupel der Definition, geben Sie die Sprache an, die durch die Grammatik generiert wird.
- i. $\langle \{X\}, \{a, b\}, \{X \rightarrow aXb \mid \varepsilon\}, X \rangle$
 - ii. $\langle \{X, Y\}, \{a, b\}, \{X \rightarrow aX \mid bY \mid \varepsilon, Y \rightarrow bY\}, X \rangle$
 - iii. $\langle \{a, b\}, \{X, Y\}, \{a \rightarrow Xa \mid Yb \mid \varepsilon, b \rightarrow Yb\}, b \rangle$
 - iv. $\langle \{X, Y\}, \{a, b\}, \{X \rightarrow Xa \mid Yb \mid \varepsilon, Y \rightarrow Yb \mid \varepsilon\}, X \rangle$
- b) Beschreiben Sie ein Verfahren, das zu einer regulären Grammatik einen äquivalenten endlichen Automaten liefert.
- c) Beschreiben Sie ein Verfahren, das zu einem endlichen Automaten ohne ε -Übergängen eine äquivalente reguläre Grammatik liefert.