Name: .....

1697 Künstliche Intelligenz und automatische Wissensverarbeitung

Klausur

Aufgabe 1: *10 Punkte*

a) Ordnen Sie die folgenden Beispiele den entsprechenden Syntaxbegriffen von LISP zu. In einigen Zeilen können auch mehrere Kreuze nötig sein.

Beispiel	Atom	Liste	bedingter Ausdruck	Funktions-definition	kein LISP-Ausdruck
(T)					
(DEFUN))					
−417					
VAR_NINTEGER					
(COND ((> 8 B) 'GR))					

5 Punkte 4P

b) Geben Sie an, welche Ergebnisse die nachstehenden LISP-Aufrufe liefern.

Aufruf	Ergebnis
(CONS '(AUTO) '(BAHN))	
(CDR (CDR (CONS 'a (CONS 'b NIL))))	
(LIST (SETQ Y 4) '(> 3 5))	
(LET ((P 3))(− P 5))	
(CDAR '(((X) Z W) Q))	

5 Punkte

4 r

Name: Matrikelnummer:

Aufgabe 2: *10 Punkte*

Verwenden Sie möglichst nur die im Kurstext behandelten LISP-Funktionen. Sollten Sie dennoch andere Funktionen benutzen wollen, so geben Sie bitte eine vollständige Definition dieser Funktionen an. Bei der Lösung zu Teilaufgabe a) soll nicht auf die in COMMON LISP bereits vorhandene Funktion (MEMBER Y L) zurückgegriffen werden. In Teilaufgabe b) können Sie die Prädikate BUCHSTABEP und ZIFFERP verwenden:
(BUCHSTABEP ⟨S-Ausdruck⟩) ⇒ T, falls das Argument ein Buchstabe (genauer: ein Symbol, das aus einem Buchstaben A,...,Z besteht) ist, NIL sonst
(ZIFFERP ⟨S-Ausdruck⟩) ⇒ T, falls das Argument eine Ziffer ist, NIL sonst

a) Definieren Sie in LISP die Funktion (MY_MEMBER Y L), die auf eine Liste L angewendet diejenige Teilliste von L als Ergebnis liefert, die mit dem Element Y beginnt, und NIL ergibt, wenn Y nicht in L enthalten ist. *4 Punkte*

b) Programmieren Sie in LISP eine Enkodierfunktion (ENCODE L), die die einzelnen Elemente der übergebenen Liste L nach folgendem Verfahren enkodiert:

- Die Buchstaben A bis Y sollen jeweils durch den im Alphabet folgenden Buchstaben und der Buchstabe Z durch A ersetzt werden.
- Die Ziffern 0 bis 8 sollen durch ihre jeweilige Nachfolgeziffer und die Ziffer 9 durch 0 ersetzt werden.
- Listenelemente, bei denen es sich nicht um Buchstaben oder Ziffern handelt, sollen unverändert bleiben.

Als Ergebnis der Enkodierkunktion soll die verschlüsselte Gesamtliste zurückgeliefert werden.

Beispiele:
(ENCODE '(Z DURCH A)) ⇒ (A DURCH B)
(ENCODE '(H A M 7 9 31 7 5)) ⇒ (I B N 8 0 31 8 6)

6 Punkte

Name: Matrikelnummer: _

Aufgabe 3: *10 Punkte*

Diese Aufgabe bezieht sich auf die Aussagenlogik.

a) Definieren Sie die Äquivalenz mit Hilfe der Negation und der Konjunktion. *2 Punkte*

b) Formulieren Sie das Kommutativgesetz für die Disjunktion. *2 Punkte*

c) Formulieren Sie das Assoziativgesetz für die Konjunktion. *2 Punkte*

d) Formulieren Sie die Schnittregel. *2 Punkte*

e) Formulieren Sie den Modus Ponens. *2 Punkte*

Name: Matrikelnummer: _____

Aufgabe 4: *9 Punkte*

Übersetzen Sie die folgenden natürlichsprachlichen Sätze in Formeln der Prädikatenlogik erster Stufe. Verwenden Sie in jeder Formel mindestens zwei Quantoren.

a) Jeder Student belegt ein Seminar. *3 Punkte*

b) Alle Studenten hören in jeder Vorlesung dem Dozenten zu. *3 Punkte*

c) Es gibt keinen Studenten, der keine Vorlesung versteht. *3 Punkte*

Name: Matrikelnummer: _

Aufgabe 5: *9 Punkte*

Geben Sie in der folgenden Tabelle an, ob die betreffenden Ausdrücke erfüllbar, allgemeingültig oder inkonsistent sind. Begründen Sie Ihre Entscheidungen jeweils mit Hilfe von Wahrheitswertetabellen.

Ausdruck	erfüllbar?	allgemeingültig?	inkonsistent?
$\neg(p \wedge \neg q) \rightarrow r$			
$\neg(p \vee \neg p) \wedge (q \wedge \neg q)$			
$(p \rightarrow q) \rightarrow ((p \vee r) \rightarrow (q \vee r))$			

Σ 9 P

Name Matrikelnummer:

Aufgabe 6: *12 Punkte*

a) Stellen Sie die folgenden natürlichsprachlich beschriebenen Sachverhalte als semantisches Netz dar: *10 Punkte*

> *Bis zur Mittagspause beförderte die Taxifahrerin heute 15 Fahrgäste. Dann brachte sie Gustav, der ein Alter von 94 Jahren hat, mit ihrem Taxi zum Krankenhaus.*

Hinweis: Stellen Sie *'94 Jahre'* durch die zweistellige Funktion *QUANT dar, die eine Zahlangabe und eine Maßeinheit als Argumente nimmt.

b) Hat die Zeitangabe *'bis zur Mittagspause'* in diesem Fall einen semantisch restriktiven oder deskriptiven Charakter? Begründen Sie! *2 Punkte*

Antwort:

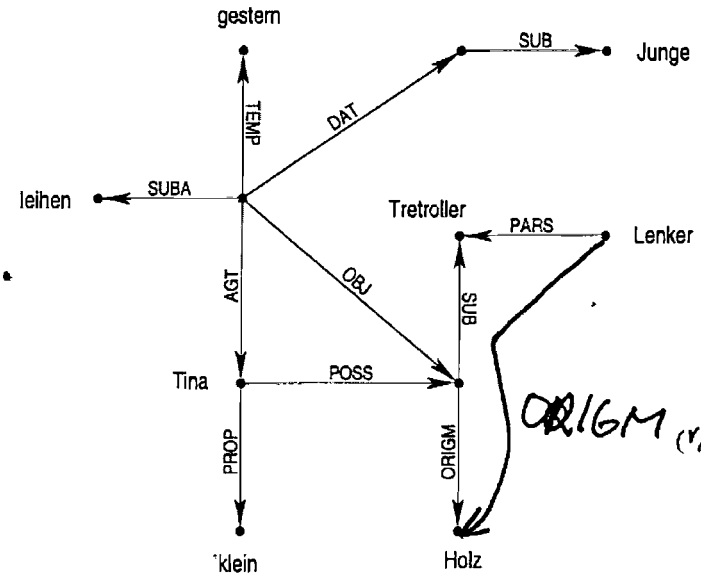
—

Name: Matrikelnummer: ____

Aufgabe 7: *13 Punkte*

a) Reformulieren Sie das untenstehende semantische Netz natürlichsprachlich. Hinweis: Achten Sie darauf, dass Sie alle gegebene Information (und nur diese) verwenden. Sie dürfen Ihre Reformulierung auf mehrere Sätze aufteilen.

6 Punkte



d/b) fehlt.

ORIGM (r/a) Axiomatik..

Reformulierung: _

b) Das Axiom zur Übertragung der Teil-Ganzes-Beziehung besagt, dass die für einen Allgemeinbegriff (generischer Begriff) spezifizierten Teile an die untergeordneten Individualbegriffe vererbt werden. Schreiben Sie das Axiom zur Übertragung der Teil-Ganzes-Beziehung formal auf: *2 Punkte*

Axiom: _

c) Erläutern Sie, welche Regelhaftigkeit das folgende Axiom ausdrückt: *2 Punkte*

$$(\text{PARS } k_1\ k_2) \wedge (\text{ORIGM } k_2\ s) \rightarrow (\text{ORIGM } k_1\ s)$$

Erläuterung: _

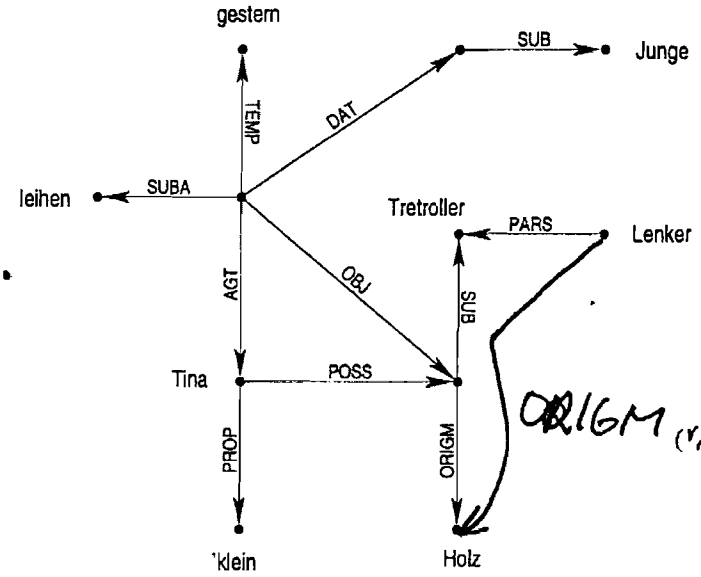
d) Tragen Sie die aus den Axiomen aus Teilaufgabe b) und c) ableitbaren Beziehungen in das semantische Netz aus a) ein. *3 Punkte*

Name: Matrikelnummer: _ _ _ _

Aufgabe 7: *13 Punkte*

a) Reformulieren Sie das untenstehende semantische Netz natürlichsprachlich. Hinweis: Achten Sie darauf, dass Sie alle gegebene Information (und nur diese) verwenden. Sie dürfen Ihre Reformulierung auf mehrere Sätze aufteilen.

6 Punkte



d/b) fehlt.

ORIGM (r/2) Anhängt..

Reformulierung: _

b) Das Axiom zur Übertragung der Teil-Ganzes-Beziehung besagt, dass die für einen Allgemeinbegriff (generischer Begriff) spezifizierten Teile an die untergeordneten Individualbegriffe vererbt werden. Schreiben Sie das Axiom zur Übertragung der Teil-Ganzes-Beziehung formal auf: *2 Punkte*

Axiom: _

c) Erläutern Sie, welche Regelhaftigkeit das folgende Axiom ausdrückt: *2 Punkte*

$$(\text{PARS } k_1\ k_2) \wedge (\text{ORIGM } k_2\ s) \rightarrow (\text{ORIGM } k_1\ s)$$

Erläuterung: _

d) Tragen Sie die aus den Axiomen aus Teilaufgabe b) und c) ableitbaren Beziehungen in das semantische Netz aus a) ein. *3 Punkte*

Name: _____ Matrikelnummer: _____

Aufgabe 8: *10 Punkte*

Ordnen Sie den unten stehenden Konzepten des Problemlösens jeweils ein Konzept aus der Graphentheorie zu (beziehungsweise umgekehrt).

Problem	Problemgraph (mit Knotenmenge X und Kantenmenge K)
Endzustände von Sackgassen	
	eine mit einem Operator o' markierte Kante des Graphen von Knoten k aus
	ein Pfad von der Wurzel des Graphen zu einem Lösungszustand
Anfangszustand	
	terminale Knoten

10 P

Name: Matrikelnummer: _ _

Aufgabe 9: *11 Punkte*

Das Vereinfachen von logischen Ausdrücken kann als formales Problem angesehen werden. Dabei soll jeder Zustand durch eine aussagenlogische Formel beschrieben werden. Die zu vereinfachende Formel lautet:

$$\neg(\neg a \wedge (b \vee (a \wedge a)))$$

a) Erstellen Sie den Problemgraphen für das oben beschriebene Problem. Für jede Formel F soll es maximal einen Knoten im Problemgraphen geben und zu jedem Knoten soll nur ein Kante hinführen, damit der Problemgraph zur Einfachheit ein Baum bleibt. (Dies kann man als Anwendungsbedingung für alle Operatoren sehen.) Der Problemgraph soll bis einschließlich Tiefe 3 entwickelt werden. Folgende Umformungsregeln sollen den Operatoren zu Grunde liegen:

DN: $\neg\neg A \Rightarrow A$ (DN = doppelte Negation)

DO: $\neg(A \vee B) \Rightarrow \neg A \wedge \neg B$ (DO = deMorgan ODER)

DU: $\neg(A \wedge B) \Rightarrow \neg A \vee \neg B$ (DU = deMorgan UND)

IO: $A \vee A \Rightarrow A$ (IO = idempotentes ODER)

IU: $A \wedge A \Rightarrow A$ (IU = idempotentes UND)

Untersuchen Sie beim Expandieren eines Knotens diese Operatoren in der gegebenen Reihenfolge. Als Operatorname soll das zweibuchstabige Kürzel (DN, ...) genommen werden.

7 Punkte

b) Bewerten Sie die Knoten mit folgender Bewertungsfunktion:

$b(k) =$ Länge der Formel gemessen in Zeichen (Klammern ignorieren!)

und tragen Sie die Bewertungen im Problemgraphen ein. *2 Punkte*

c) Markieren Sie im Problemgraphen aus Teilaufgabe a) die Schritte, die man am besten zur Vereinfachung der Formel ausführt. *2 Punkte*

Name Matrikelnummer: _____

Aufgabe 10: *11 Punkte*

a) Bilden Sie die konjunktive Normalform zu folgender aussagenlogischer Formel:

$(\neg((A \rightarrow \neg B) \vee (\neg C \vee \neg D))) \vee E$ *4 Punkte*

b) Erzeugen Sie die Skolemnormalform für folgende prädikatenlogische Formel:

$\exists x\, (G(x) \rightarrow H(x)) \wedge \forall x\, (F(x) \rightarrow \neg H(x))$ *7 Punkte*

Name: Matrikelnummer: _ _

Aufgabe 11: *10 Punkte*

Nachfolgend sind unter a) bis e) Schlüsse natürlichsprachlich notiert. Ordnen Sie jedem Schluss durch Ankreuzen **eine** Schlussweise in der unten stehenden Tabelle zu. Geben Sie außerdem zu jeder der Schlussweisen in der Tabelle an, ob sie deduktiv ist.

a) Eisbären leben in Regionen mit viel Eis.
Die Arktis ist nahezu gänzlich mit Eis bedeckt.

In der Arktis leben Eisbären.

b) Ich kenne alle Biathlonweltmeisterinnen aus den Jahren 1995 bis 2005.
Mir ist nicht bekannt, dass Lisa Meier jemals Biathlonweltmeisterin gewesen ist.

Lisa Meier war zwischen 1995 und 2005 nicht Biathlonweltmeisterin.

c) Wenn ein beladener Lkw schnell bergauf fährt, hat er einen starken Motor.
Der Bauarbeiter geht mit dem Sack Zement die Treppenstufen schnell hinauf.

Der Bauarbeiter ist stark.

d) Der indische Elefant hat einen Rüssel.
Der afrikanische Elefant hat einen Rüssel.

Jeder Elefant hat einen Rüssel.

e) Alle Bienen sammeln Honig.
Maja ist eine Biene.

Maja sammelt Honig.

Schlussweise	Beispiel					deduktiv?	
	a	b	c	d	e	ja	nein
Abduktives Schließen	✓						
Schlussweise des Prädikatenkalküls 1. Stufe							
Induktiver Schluss							
Analoges Schließen							
Autoepistemisches Schließen							

✓ ✓ ✓ ✓ ✓

10P

Aufgabe 12: *10 Punkte*

a) Schreiben Sie ein zweistelliges PROLOG-Prädikat `min/2`, das bei einem Aufruf `min(L,X)` das Minimum in der Zahlenliste `L` an `X` bindet. *3 Punkte*

b) Schreiben Sie ein zweistelliges Prädikat `erdoes/2`, so dass `erdoes(A,E)` die sogenannte Erdös-Nummer `E` für einen gegebenen Autor `A` berechnet. Die Erdös-Nummer ist wie folgt definiert:

- Paul Erdös hat die Erdös-Nummer 0.
- Alle Autoren, die mit ihm als Koautor eine Publikation verfasst haben, bekommen die Erdös-Nummer 1.
- Jeder andere Autor bekommt die um 1 erhöhte Edös-Nummer desjenigen seiner Koautoren, der die kleinste Erdös-Nummer hat.

Hinweise:

i) Die Information, welche Personen Koautoren voneinander sind, liege in dem Pradikat `koautor/2` vor. Beispiel: `koautor(erdoes,miller).`

ii) Verwenden Sie in Ihrer Lösung das builtin-Prädikat `findall/3`, um alle Längen von Koautor-Pfaden zu sammeln. `findall(X,G,L)` sammelt in der Liste `L` alle Belegungen der Variable X, die das Prädikat (oder Teilziel) G, erfüllen. (G ist typischerweise ein Term, der X enthält.)

iii) Das Prädikat `min/2` aus Teilaufgabe a) soll sinnvoll eingesetzt werden.

iv) Beachten Sie bitte, dass der Aufruf von `erdoes/2` bei endlicher Zahl von `koautor/2`-Fakten stets terminieren soll.

7 Punkte

Name: Matrikelnummer:

Aufgabe 13: *12 Punkte*

Gegeben sei die folgende Konstituentengrammatik:

S	→	NP VP
NP	→	*art* NP1
NP1	→	*adj* NP1 | *nom*
VP	→	VP1 NP
VP1	→	*verb* | VP1 *adv*
art	→	der | die | das | ein | eine
präp	→	an | auf | unter
adj	→	aufmerksame | intelligente
adv	→	intensiv | heimlich | zweifellos | aufmerksam
nom	→	Hans | Studentin | Frage | Klausur
verb	→	beobachtete | lernte | löste | stellte

Entscheiden Sie für jeden der untenstehenden Sätze, ob er gemäß dieser Grammatik wohlgeformt ist (wobei die Großschreibung am Satzanfang vernachlässigt werden soll). Ergänzen Sie die Grammatik gegebenenfalls um geeignete Regeln, um für den betreffenden Satz grammatische Wohlgeformtheit zu erreichen. Geben Sie außerdem den Konstituentenbaum des jeweiligen Satzes bzgl. der entsprechenden Grammatik an.

a) Hans beobachtete aufmerksam eine Fliege. *4 Punkte*

b) Die Studentin lernte zweifellos intensiv auf die Klausur. *4 Punkte*

c) Hans stellte der Studentin heimlich eine Frage. *4 Punkte*

Name: _____ Matrikelnummer: _____

Aufgabe 14: *8 Punkte*

Geben Sie eine reguläre Grammatik an, welche die gleiche Sprache erzeugt, wie die in Aufgabe 13 gegebene Konstituentengrammatik.