

B1	B2	B3	B4	$\sum_{i=1}^4$	UE	\sum	N
45	15	25	15	47	20	63	83

Prüfung (Exam)

VU Einführung in wissensbasierte Systeme 2017W, 184.737

15.03.2018

Name:

Matrikelnu

Kennzahl (Study Code):

Bitte leserlich mit Füllfeder oder Kugelschreiber schreiben. *Kein Bleistift!*

(Please give readable answers and use a fountain or ball pen. *No lead pencil!*)

Für die Multiple-Choice Fragen: Jede richtige Antwort zählt positiv, jede falsche Antwort negativ!

(Multiple-Choice Questions: Correct answers give positive points, but wrong answers give negative points!)

Beispiel (Subtask) 1:

17 Punkte (points)

Logikbasierte Wissensrepräsentation (Logic-based knowledge representation):

- a) Formulieren Sie folgendes Argument in Prädikatenlogik und zeigen oder widerlegen Sie dessen Gültigkeit mittels TC1. Sollte das Argument nicht gültig sein, dann extrahieren Sie ein Gegenbeispiel aus dem Tableau.

Nicht alles was glänzt ist gold. Schmuck glänzt. Somit ist Schmuck nicht aus gold

(Express the following argument in predicate logic and show the validity or non-validity with TC1. If the argument is not valid, then extract a countermodel from the tableau.

Not everything that glitters is gold. Jewellery glitters. Therefore jewellery is not gold.)

5 Punkte (points)

$$\forall x (glänzt(x) \supset \neg gold(x))$$

$$\exists x (glänzt(x) \wedge schmuck(x))$$

$$\exists x (schmuck(x) \wedge \neg gold(x))$$

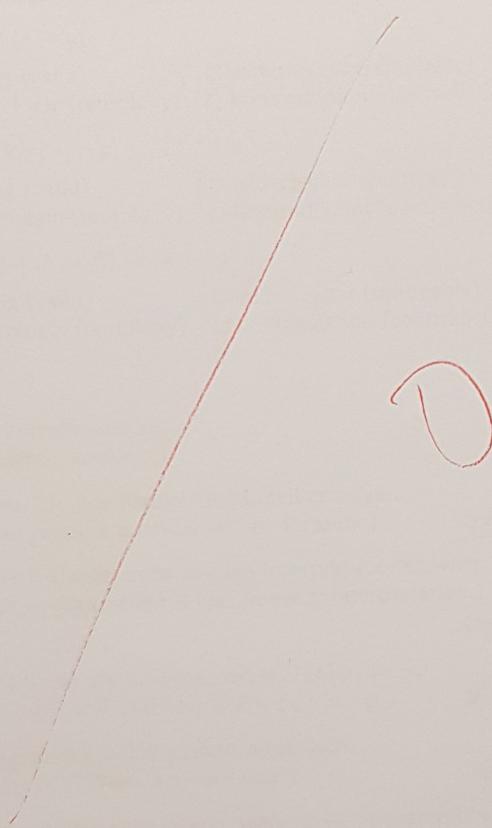
[Handwritten signature]

[Handwritten mark]

[Handwritten mark]

b) Man zeige, dass $W \cup \{\varphi\} \models \psi$ dann und nur dann gilt wenn $W \models \varphi \rightarrow \psi$ auch gilt (Deduktionstheorem). Wenn Sie zusätzliche Theoreme aus der Vorlesung verwenden, so müssen Sie diese beweisen.

(Show that $\psi \models \varphi$ holds if and only if $\models \psi \rightarrow \varphi$ holds as well (Deduction theorem). If you use additional theorems from the lecture, you have to prove them.) **4 Punkte (points)**

A large red diagonal line is drawn across the page, starting from the bottom left and extending towards the top right. To the right of this line, there is a red circle.

c) Überprüfen Sie, welche Eigenschaften auf die nachfolgend angeführten aussagenlogischen Formeln zutreffen und kreuzen Sie jeweils alle zutreffenden Eigenschaften an (Which properties do the following propositional formulas have? Check all correct properties):

(a) $(p \vee (p \wedge q)) \wedge \neg p$

- gültig (valid) widerlegbar (refuteable) erfüllbar (satisfiable)
 Tautologie (tautology) Kontradiktion (contradiction)

(b) $(p \vee q) \wedge (p \rightarrow q)$

- gültig (valid) widerlegbar (refuteable) erfüllbar (satisfiable)
 Tautologie (tautology) Kontradiktion (contradiction)

(c) $(p \rightarrow q) \vee \neg(\neg q \wedge p)$ ($\neg p \vee q$)

- gültig (valid) widerlegbar (refuteable) erfüllbar (satisfiable)
 Tautologie (tautology) Kontradiktion (contradiction)

(d) $((a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow c)) \rightarrow (a \rightarrow c)$

- gültig (valid) widerlegbar (refuteable) erfüllbar (satisfiable)
 Tautologie (tautology) Kontradiktion (contradiction)

2

4 Punkte (points)

d) Kreuzen Sie Zutreffendes an: (Check the correct answers:)

(a) TC1 kann für jede Formel ein Modell erzeugen. (TC1 can produce a model for any formula.)

- richtig (true) falsch (false)

keine Antwort

(b) Die leere Disjunktion ist in allen Interpretationen wahr. (The empty disjunction is true in every interpretation.)

- richtig (true) falsch (false)

(c) $F \cup \{\varphi\} \models \neg\psi$ genau dann, wenn $F \cup \{\psi\} \models \neg\varphi$. ($F \cup \{\varphi\} \models \neg\psi$ if and only if $F \cup \{\psi\} \models \neg\varphi$.)

- richtig (true) falsch (false)

(d) Alle Regeln des TC1 sind deterministisch. (All rules of TC1 are deterministic.)

- richtig (true) falsch (false)

(e) $\varphi \leftrightarrow \psi$ ist gültig genau dann, wenn $\varphi \leftrightarrow \neg\psi$ unerfüllbar ist. ($\varphi \leftrightarrow \psi$ is valid if and only if $\varphi \leftrightarrow \neg\psi$ is unsatisfiable.)

- richtig (true) falsch (false)

(f) Ist φ unerfüllbar so ist $\forall x(\varphi \rightarrow \psi)$ gültig für beliebiges ψ . (If φ is unsatisfiable, then $\forall x(\varphi \rightarrow \psi)$ is valid for an arbitrary ψ .)

- richtig (true) falsch (false)

2,5

(g) Falls ϕ erfüllbar ist, so ist $\neg\phi$ unerfüllbar. (If ϕ is satisfiable, then $\neg\phi$ is unsatisfiable.)

- richtig (true) falsch (false)

(h) TC1 terminiert immer. (TC1 always terminates.)

- richtig (true) falsch (false)

4 Punkte (points)

$f \rightarrow g$
 $g \rightarrow f$

f	g	\neg
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

f	g	\neg
0	1	0
1	1	1
0	0	1
1	0	0

Beispiel (Subtask) 2:

16 Punkte (points)

Nichtmonotones Schließen (Nonmonotonic reasoning):

- a) Gegeben seien folgende Mengen (a ist ein Konstantensymbol, Q , R und P sind Prädikatensymbole):
 (Let the following sets be given (a is a constant symbol, Q , R , and P are predicate symbols):)

$$\Delta = \left\{ \begin{array}{l} \frac{P(a) : Q(a), R(a)}{Q(a)}, \\ \frac{R(a) : \neg Q(a), Q(a) : \neg P(a)}{\neg Q(a)}, \frac{Q(a) : \neg P(a)}{\neg P(a)} \end{array} \right\}$$

$$W_1 = \{R(a), P(a)\}, \quad W_2 = \{R(a), Q(a)\}, \quad W_3 = \{R(a), P(a)\}.$$

$$E_1 = Cn(W_1), \quad E_2 = Cn(W_2 \cup \{\neg P(a)\}), \quad E_3 = Cn(W_3 \cup \{\neg Q(a)\}).$$

- (i) Geben Sie die klassischen Redukts Δ^{E_i} von Δ bezüglich den Mengen E_i an, für $i = 1, 2, 3$.
 (Provide the classical reducts Δ^{E_i} of Δ with respect to the sets E_i , for $i = 1, 2, 3$.)

$$\Delta^{E_1} = \left\{ \frac{P(a)/Q(a), R(a)/\neg Q(a)}{\quad} \right\}$$

$$\Delta^{E_2} = \left\{ \frac{P(a)/Q(a), Q(a)/\neg P(a)}{\quad} \right\}$$

$$\Delta^{E_3} = \left\{ \frac{R(a)/\neg Q(a)}{\quad} \right\}$$

3

3 Punkte (points)

- (ii) Markieren Sie die korrekten Aussagen:
 (Check the correct statements:)

- i. E_1 ist eine Extension der Default Theorie $T_1 = \langle W_1, \Delta \rangle$.
 (E_1 is an extension of the default theory $T_1 = \langle W_1, \Delta \rangle$.)
 richtig (true) falsch (false)
- ii. E_2 ist eine Extension der Default Theorie $T_2 = \langle W_2, \Delta \rangle$.
 (E_2 is an extension of the default theory $T_2 = \langle W_2, \Delta \rangle$.)
 richtig (true) falsch (false)
- iii. E_3 ist eine Extension der Default Theorie $T_3 = \langle W_3, \Delta \rangle$.
 (E_3 is an extension of the default theory $T_3 = \langle W_3, \Delta \rangle$.)
 richtig (true) falsch (false)

3

3 Punkte (points)

$T_T(E_1) = (n^\Delta(W))$
 $Cn^\Delta(W) = (n(W \cup E_1))$
 $E_0 = \{Q(a), \neg Q(a)\}$
 $E_1 =$
 $E = Fr(E)$
 $W_1 = \{R(a), P(a)\}$

$Fr(E_1) \quad E_0 = \{ \neg P(a) \}$
 $W_2 = \{R(a), Q(a)\}$

$T_T(E_2) \quad E_0 = \{ \neg Q(a) \} \cup W \{R(a), P(a)\}$

- b) Gegeben ist folgende Wissensbasis T über einer Sprache mit den Konstantensymbolen a, b und c , dem Variablensymbol x und den einzigen Prädikatensymbolen P und Q :
 (Let T be a knowledge base over a language with the constant symbols a, b , and c and the predicate symbols P and Q .)

$$T = \{P(a), P(c) \vee Q(c), Q(b), \forall x(Q(x) \rightarrow P(x))\}.$$

- (a) Geben Sie die Closed World Assumption $CWA(T)$ von T an, indem Sie folgende Gleichung ergänzen:
 (Provide the elements of the closed world assumption $CWA(T)$ of T by supplementing the following equation:)

$$CWA(T) = Cn(T \cup \{ \cancel{P(a)}, \cancel{P(c)}, \cancel{Q(b)}, \cancel{Q(c)} \}).$$

(2)

- (b) Welche der folgenden Eigenschaften treffen zu?
 (Which of the following properties hold?)

- T ist deduktiv abgeschlossen.
 (T is deductively closed.)
- $CWA(T)$ ist konsistent.
 ($CWA(T)$ is consistent.)

richtig (true) falsch (false)

richtig (true) falsch (false)

(2)

4 Punkte (points)

- c) Definieren Sie den Abschluss einer offenen Default-Theorie $T = (W, \Delta)$.
 (Define the closure of an open default theory $T = (W, \Delta)$.)

4 Punkte (points)

(4)

Let T be theory if: ~~T is closed then $\bar{T} = T$.~~

else: let T_1 be skolemized form of T

\rightarrow Replace all open defaults in T_1

by their instances over $TERMS(T_1)$

Skolemized form is given as replacing all premisses

in W , and all δ in Δ . The new

skolem forms have to be

disjunctive and not already occur in T .

$TERMS(T_1)$ is ^{contains} all ground atoms that can be constructed from function symbols in T .

- d) Was versteht man unter dem Monotonieprinzip der klassischen Logik? Geben Sie eine formale Definition an.

(What is the monotonicity principle of classical logic? Provide a formal definition.)

2 Punkte (points)

(1)

$$T \subseteq T' \rightarrow Cn(T) \subseteq Cn(T')$$

wo T und T' Theorien sind

Def # Für welche T, T' ?

7,5

Beispiel (Subtask) 3:

16 Punkte (points)

Answer-Set Programming:

a) Erklären Sie das *Guess-and-Check Paradigm* der Answer-Set Programmierung anhand eines Programmes, welches alle *Vertex Cover* eines Graphen berechnet.

Beachte: Sei $G = (V, E)$ ein Graph, wobei V die Menge der Knoten und E die Menge der Kanten des Graphen ist. Ein *Vertex Cover* ist eine Teilmenge S der Knotenmenge V sodass jede Kante von G mindestens einen Knoten in S besitzt.

(Explain the *guess-and-check paradigm* of answer-set programming using a program which computes every *vertex cover* of a graph.

Note: Let $G = (V, E)$ be a graph, where V is the set of vertices and E is the set of edges of the graph. A *vertex cover* is a subset S of the set of vertices V such that each edge of G has at least one vertex in S .)

6 Punkte (points)

0



$edge(v_1, v_2) := edge(v_2, v_1)$

$vc(v_1) := edge(v_1, v_2) \quad // \text{ guess}$

$:= vc(v_1), vc(v_2), edge(v_1, v_2) \quad // \text{ check}$

b) Betrachten Sie die vier unten angegebenen Regeln, wo a und b propositionale Konstanten und X und Y Variablen sind. Kreuzen Sie an, ob die Aussagen richtig oder falsch sind:

(Consider the four rules given below, where a and b are constants, and X and Y are variables. Check whether the stated properties are true or false:)

(i) $\leftarrow \text{not } P(X)$ ist ein Fakt.
($\leftarrow \text{not } P(X)$ is a fact.)

richtig (true) falsch (false)

✓

(ii) $P(X) \vee \neg P(Y) \leftarrow Q(X), R(Y)$ ist Horn.
($P(X) \vee \neg P(Y) \leftarrow Q(X), R(Y)$ is Horn.)

richtig (true) falsch (false)

keine Antwort

(iii) $a \leftarrow \neg b$ ist basic.
($a \leftarrow \neg b$ is basic.)

richtig (true) falsch (false)

(iv) $P(X) \leftarrow b$, not a ist grundiert und normal.
 $P(X) \leftarrow b$, not a is ground and normal.)

richtig (true) falsch (false)

✓

2 Punkte (points)

0,5

$\leftarrow :=$

c) Was versteht man unter Abduktion und einem abduktiven Diagnoseproblem?
 (What is abduction and an abductive diagnosis?)

4 Punkte (points)

4

Abduktion: Finding explanations for observed phenomena according to known laws about application domain.

Diagnostic problem P is type (H, T, O)
 Abductive diagnosis can contain arbitrary ground atoms in H (not only abt.) as consistency based.

Given P , abductive diagnosis is subset $S \subseteq H$ such that $T \cup S \models O$. stable for consequence relation Observations must be derived from theory and hypotheses.

H ... set of hypotheses

T ... a theory

O ... set of observations

In DLV: H : set of ground atoms

T ... logical program

O ... set of ground literals

d) Kreuzen Sie Zutreffendes an:
 (Check the correct answers:)

(a) Bei Brave Reasoning ist eine Query nur dann wahr wenn sie auch in jedem Answer Set wahr ist.
 (Under brave reasoning a query is true only if it is true in every answer set.)
 richtig (true) falsch (false)

(b) Regeln in einem Programm zur konsistenzbasierten Diagnose müssen normal sein.
 (Rules in a program for consistency-based diagnosis must be normal.)
 richtig (true) falsch (false)

(c) Jedes klassische Modell eines Programmes ist auch ein Answer Set.
 (Every classical model of a program is also an answer set.)
 richtig (true) falsch (false)

(d) Disjunktion in ASP unterscheidet sich semantisch von Disjunktion in klassischer Logik.
 (Disjunction in ASP is semantically different from disjunction in classical logic.)
 richtig (true) falsch (false)

4 Punkte (points)

3

Beispiel (Subtask) 4:

16 Punkte (points)

Probabilistisches Schließen (Probabilistic reasoning):

- a) Angenommen, ein Test reagiert mit Sicherheit positiv, sollte eine bestimmte Krankheit vorliegen, zeigt aber auch zu 7% ein falsch-positives Resultat. Wenn man davon ausgeht, dass 1% der Bevölkerung von dieser Krankheit betroffen ist, und bei einer zufällig ausgewählten Person der Test positiv reagiert, wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Person erkrankt ist?

Hinweis: Der konkrete numerische Wert muss nicht explizit berechnet werden; es genügt die Angabe der Formel mit den entsprechenden Werten.

(Suppose a test is always positive if a patient has a certain disease, but also reacts false positive in 7% of the cases. If 1% of the population has the disease and the test reacts positive for a randomly selected person, how large is the probability that the selected person actually has the disease?

Remark: The correct numeric value does not have to be given explicitly. It suffices to provide the correct arithmetic statements for determining the value.)

5 Punkte (points)

$$P(\text{dis}) = \frac{1}{100} = 0,01$$

Dis steht für disease
bzw

$$P(\text{Test=true} | \text{dis}) = 1$$

~~DA~~

$$P(\text{Test=true} | \neg \text{dis}) = 0,07$$

$$P(\text{dis} | \text{test}) = \frac{P(\text{test} | \text{dis}) \cdot P(\text{dis})}{P(\text{test} | \text{dis}) \cdot P(\text{dis}) + P(\text{test} | \neg \text{dis}) \cdot P(\neg \text{dis})}$$

$$= \frac{1 \cdot 0,01}{(1 \cdot 0,01) + (0,07 \cdot (1 - \frac{1}{100}))}$$

- b) Bestimmen Sie die Richtigkeit oder Falschheit folgender Aussagen, für beliebige Boole'sche Zufallsvariablen A und B:

(Decide the truth or falsehood of the following relations, for each Boolean random variable A and B:)

- (i) $P(A | \neg B) + P(\neg A | \neg B) = 1.$
- (ii) $P(A, B) = P(A | B) P(B).$

richtig (true) falsch (false)

richtig (true) falsch (false)

2 Punkte (points)

1

- c) Was ist ein Bayes'sches Netz (Grundidee, Komponenten, Unabhängigkeitsannahmen, Berechnung der Wahrscheinlichkeiten)?
 (What is a Bayesian network (basic idea, components, conditional independence assumptions, computation of probabilities))?

5 Punkte (points)

5

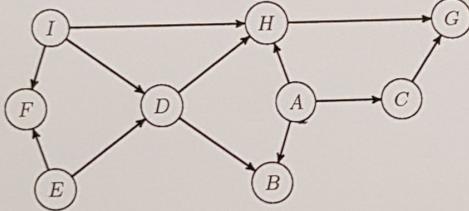
Bayesian network is graphical data structure representing full ~~JPD~~ JPD including unconditional independence. It gives dependence of random variables on their parents ^{its directed graph} and each node is marked with probability also.

Components of Bayesian network are: * nodes representing random variables, * Links between nodes representing parent dependence, (A → B) means A is parent of B, * conditional dependence is given as $P(V | \text{Parents}(V))$

computation of probabilities:
$$P(V_1, \dots, V_n) = \prod_{i=1}^n P(V_i | \text{Parents}(V_i))$$

Topology of Bayesian network is given in terms that nodes are independent of non-descendants given its parents. That is, $P(W | W, E) = P(W | E)$, where W are set of nodes which are neither parents, neither descendants of V.

- d) Gegeben ist folgender Graph eines Bayes'schen Netzes:
 (Consider the following graph of a Bayesian network:)



* conditional dependence is given as $P(V | \text{Parents}(V))$ where Parent(s) represent set of parent of V
 * Bayesian network is DAG (directed acyclic graph)

Welche der folgenden Eigenschaften treffen zu? (Which of the following properties hold?)

- (i) A ist bedingt unabhängig von D bei Evidenz B und H.
 (A is conditionally independent from D given evidence B and H.)
 richtig (true) falsch (false)
- (ii) D ist bedingt unabhängig von G bei Evidenz C und H.
 (D is conditionally independent from G given evidence C and H.)
 richtig (true) falsch (false)
- (iii) F ist bedingt unabhängig von C bei Evidenz D und H.
 (F is conditionally independent from C given evidence D and H.)
 richtig (true) falsch (false)
- (iv) E ist bedingt unabhängig von B bei Evidenz D und F.
 (E is conditionally independent from B given evidence D and F.)
 richtig (true) falsch (false)

4 Punkte (points)

5