

B1	B2	B3	B4	$\sum_{Bi}$	UE	$\sum$	N
----	----	----	----	-------------	----	--------	---

Prüfung VU Einführung in wissensbasierte Systeme 2013W, 184.737  
29.01.2014

Name:

Matrikelnummer (Student ID):

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

**Beispiel 1:** *2* (12.5 Punkte)

Logikbasierte Wissensrepräsentation (Logic-based knowledge representation):

a) Sei  $R$  ein zweistelliges Prädikatsymbol und sei  $\mathcal{S}^*$  jene Klasse von Interpretationen  $I$  für die gilt, dass es für jedes  $x \in \mathcal{U}$  ein  $y \in \mathcal{U}$  gibt mit  $xI(R)y$ , wobei  $\mathcal{U}$  die Domäne von  $I$  ist.

Sei  $T = \{\forall x \forall y (R(x, y) \rightarrow R(y, x)), \forall x \forall y \forall z (R(x, y) \wedge R(y, z) \rightarrow R(x, z))\}$  und  $I \in \mathcal{S}^*$ . Zeigen Sie, dass  $I \models \forall x R(x, x)$  aus  $I \models T$  folgt.  $(x, y) \in I(R)$

(Let  $R$  be a binary predicate symbol and  $\mathcal{S}^*$  be the class of interpretations consisting of exactly those interpretations  $I$  for which it holds that for every  $x \in \mathcal{U}$  there exists a  $y \in \mathcal{U}$  such that  $xI(R)y$ , where  $\mathcal{U}$  denotes the domain of  $I$ .

Let  $T = \{\forall x \forall y (R(x, y) \rightarrow R(y, x)), \forall x \forall y \forall z (R(x, y) \wedge R(y, z) \rightarrow R(x, z))\}$  and  $I \in \mathcal{S}^*$ . Prove that  $I \models T$  implies  $I \models \forall x R(x, x)$ .)

(4.5 Punkte)

b) Sei  $\mathcal{S}^*$  wie zuvor. Finden Sie eine Wissensbasis  $T'$ , sodass für jede Interpretation  $I$  gilt  
(Let  $\mathcal{S}^*$  be as before. Find a knowledge base  $T'$  such that for every interpretation  $I$ .)

$$I \models T' \iff I \notin \mathcal{S}^*.$$

(1 Punkt)

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

1. Eine Formel  $\varphi$  folgt logisch aus einer Wissensbasis  $T$  genau dann wenn (A formula  $\varphi$  follows logically from a knowledge base  $T$  if and only if)

–  $\forall I : I \models T \Rightarrow I \models \varphi$ ,

–  $\forall I : I \models T \text{ and } I \models \varphi$ ,

–  $\neg \exists I : I \models T \text{ and } I \not\models \varphi$ .



correct  wrong

correct  wrong

correct  wrong

2. Eine Formel ist genau dann erfüllbar wenn ihre Negation nicht gültig ist. (A formula is satisfiable if and only if its negation is not valid.)

correct  wrong

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

correct  wrong

4. Ist  $\forall x(\varphi \rightarrow \psi)$  gültig, so ist  $\varphi$  erfüllbar. (If  $\forall x(\varphi \rightarrow \psi)$  is valid, then  $\varphi$  is satisfiable).

correct  wrong

5. Sei  $\varphi(x)$  eine Formel mit einer freien Variable  $x$ . Ist  $\forall x(\varphi(x) \rightarrow \perp)$  gültig, dann ist  $\exists x\varphi(x)$  erfüllbar. (Let  $\varphi(x)$  be a formula with one free variable  $x$ . If  $\forall x(\varphi(x) \rightarrow \perp)$  is valid, then  $\exists x\varphi(x)$  is satisfiable.)

correct  wrong

6. Um die Gültigkeit einer Formel der Form  $\varphi \rightarrow \psi$  in TC1 zu zeigen, betrachten wir die Formel  $\varphi \wedge \neg\psi$ . Falls  $\not\models \varphi \rightarrow \psi$  gilt, so gibt es ein geschlossenes Tableau für  $\varphi \wedge \neg\psi$  und somit ist  $\varphi \rightarrow \psi$  gültig.

(To prove the validity of a formula of the form  $\varphi \rightarrow \psi$  in TC1, we consider the formula  $\varphi \wedge \neg\psi$ . If  $\not\models \varphi \rightarrow \psi$ , then there exists a closed tableau for  $\varphi \wedge \neg\psi$  and so  $\varphi \rightarrow \psi$  is valid.)

correct  wrong

(4 Punkte)

- d) Sei  $T$  eine Menge von aussagenlogischen Formeln. Man zeige bzw. widerlege, dass  $T \models \perp$  genau dann wenn  $T \models \varphi$  für alle Formeln  $\varphi$ .

(Let  $T$  be a set of propositional formulas. Prove or refute whether  $T \models \perp$  if and only if  $T \models \varphi$  for every formula  $\varphi$ .)

(3 Punkte)

**Beispiel 2:**

(12.5 Punkte)

Nichtmonotonen Schließen (Nonmonotonic reasoning):

- a) Geben Sie die allgemeine Definition des *deduktiven Abschlusses*  $Cn(T)$  einer Wissensbasis  $T$ . Zeigen Sie, dass  $Cn(\cdot)$  idempotent ist.

(Provide the general definition of the *deductive closure*  $Cn(T)$  of a knowledge base  $T$ . Prove that  $Cn(\cdot)$  is idempotent.)

(3.5 Punkte)

- b) Was versteht man unter der *Nichtmonotonie* einer Inferenzrelation? Geben Sie eine formal korrekte Definition an!

(What does it mean that an inference relation is *nonmonotonic*? Provide a formally correct definition!)

(1.5 Punkte)

- c) Man definiere das *klassische Redukt* einer Default Theorie  $T = (W, \Delta)$  bzgl. einer Extension  $E$  von  $T$ .

(Define the *classical reduct* of a Default Theory  $T = (W, \Delta)$  w.r.t. an extension  $E$  of  $T$ .)

(1.5 Punkte)

d) Geben Sie eine Definition einer nichtmonotonen Konsequenzrelation an, welche definiert wann eine Formel aus einer Default Theorie logisch folgt und zeigen Sie von dieser Relation, dass sie tatsächlich nichtmonoton ist.

(Provide a definition of a nonmonotonic consequence relation which defines, when a formula follows logically from a Default Theory and prove that this relation is indeed nonmonotonic.)

(3 Punkte)

e) Gegeben ist eine Default Theorie  $T = (W, \Delta)$ , mit  
(Consider the following Default Theory  $T = (W, \Delta)$ )

$$W = \{Person(s)\},$$

$$\Delta = \left\{ \begin{array}{c} \frac{Student(x) : LikesCoffee(x)}{LikesCoffee(x)}, \frac{Person(m) : \neg LikesCoffee(m)}{\neg LikesCoffee(m)}, \\ \frac{Person(x) : Student(x)}{Student(x)} \end{array} \right\}.$$

wobei  $m$  und  $s$  Konstantensymbole sind.

(where  $m$  and  $s$  are constant symbols.)

Welche der folgenden Mengen sind Extensionen von  $T$ ?

(Which of the following sets are extensions of  $T$ ?)

1.  $Cn(\{Person(m), Person(s), Student(m), Student(s), LikesCoffee(m), LikesCoffee(s)\})$
2.  $Cn(\{Person(m), Person(s), Student(m), Student(s), \neg LikesCoffee(m), \neg LikesCoffee(s)\})$
3.  $Cn(\{Person(m), Person(s), Student(m), Student(s), \neg LikesCoffee(m), LikesCoffee(s)\})$

yes  no 3

yes  no

yes  no

(3 Punkte)

**Beispiel 3:**

(12.5 Punkte)

Answer-Set Programming:

- a) Konstruieren Sie ein Answer-Set Programm dessen Answer Sets alle Möglichkeiten repräsentieren, aus zwei gegebenen endlichen Mengen  $S_1, S_2$  höchstens ein Element aus  $S_1 \cap S_2$  auszuwählen. Verwenden Sie die Atome  $in_1(X)$  und  $in_2(X)$  um zu repräsentieren, dass  $X$  in  $S_1$  bzw.  $S_2$  enthalten ist, sowie  $sel(X)$ , dass  $X$  ein ausgewähltes Element aus  $S_1 \cap S_2$  ist.

(Construct an answer-set program whose answer sets represent all possibilities, given two finite sets  $S_1, S_2$ , to select at most one element from  $S_1 \cap S_2$ . Use the atoms  $in_1(X)$  and  $in_2(X)$  for representing that  $X$  is in  $S_1$  and  $S_2$ , respectively, and  $sel(X)$  for representing that  $X$  is a selected element from  $S_1 \cap S_2$ .)

(3 Punkte)

- b) Was versteht man unter einer *konsistenzbasierten Diagnose* eines Diagnose Problems  $\langle H, T, O \rangle$ ?

(Explain the notion of a *consistency-based diagnosis* for an diagnosis problem  $\langle H, T, O \rangle$ .)

(2.5 Punkte)

c) Kreuzen sie bei den folgenden Aussagen an, ob sie richtig sind oder nicht.

(Check whether the following propositions are true statements or not.)

1. Es gibt grundierte, normale Answer-Set Programme, die keine Answer Sets besitzen.  
(There are ground, normal answer-set programs which do not have any answer sets.)

correct  wrong

2. Ein Answer Set eines normalen Programms  $P$  kann kein Atom enthalten, das nicht im Kopf einer Regel von  $P$  vorkommt.

(An answer set of a normal program  $P$  can not contain any atom which does not occur in the head of any rule in  $P$ .)

correct  wrong

3. Regeln in einem Programm zur konsistenzbasierten Diagnose dürfen nicht disjunktiv sein.

(Rules in a program for consistency-based diagnosis are not allowed to be disjunctive rules.)

correct  wrong

4. Jede Teilmenge von  $\{a, b, c\}$  außer der leeren Menge ist ein Answer Set von  $P = \{a \vee b \vee c \leftarrow\}$ .

(Each subset of  $\{a, b, c\}$  except for the empty set is an answer set of  $P = \{a \vee b \vee c \leftarrow\}$ .)

correct  wrong

(4 Punkte)

3

- d) Gegeben seien folgende Programme ( $a$  und  $b$  sind Grundatome):

(Consider the following programs ( $a$  and  $b$  are ground atoms):)

$$P = \{a \vee b \leftarrow\} \quad Q = \{a \leftarrow \text{not } b, \\ b \leftarrow \text{not } a\}$$

Für welche der folgenden Programme ist  $\{a\}$  ein Answer Set?

(For which of the following programs is  $\{a\}$  an answer set?)

– (i)  $P \cup \{a \leftarrow\}$

yes  no

– (ii)  $Q \cup \{a \leftarrow\}$

yes  no

(iii)  $P \cup Q$

yes  no

(3 Punkte)

3

**Beispiel 4:**

(12.5 Punkte)

Probabilistisches Schließen (Probabilistic reasoning:)

- a) Erklären Sie die Begriffe *Diagnostisches Schließen*, *Kausales Schließen* und *Interkausales Schließen* im Zusammenhang mit Bayes'schen Netzen und geben Sie jeweils ein kleines Beispiel zur Illustration jedes Begriffes an.

(Explain the notions of *diagnostic reasoning*, *causal reasoning*, and *intercausal reasoning* in the context of Bayesian nets and illustrate each notion with a short example.)

(3 Punkte)

- b) Kreuzen Sie bei den folgenden Aussagen an, ob sie richtig sind oder nicht.

(Check whether the following propositions are true statements or not.)

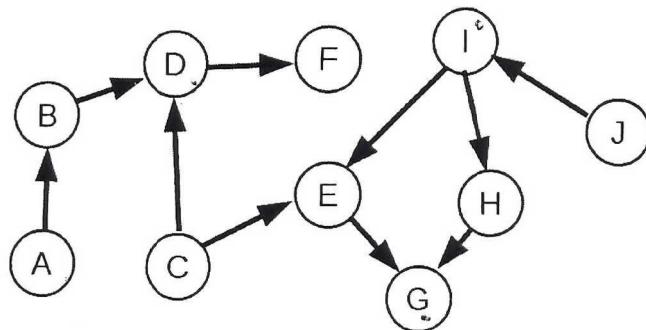
1. Zwei verschiedene Elementarereignisse können zugleich eintreten.  
(Two distinct atomic events can occur simultaneously.)      correct  wrong
2. Ein Bayes'sches Netz kann aus einem einzigen Knoten bestehen, der mit sich selbst verbunden ist.  
(A Bayesian network can consist of only one node which is linked to itself.)      correct  wrong
3. Es ist möglich, ein Bayes'sches Netz mit drei Knoten  $A$ ,  $B$  und  $C$  zu konstruieren, dessen Topologie sicherstellt, dass notwendigerweise  $P(A|C) \neq P(A)$  gilt.  
(It is possible to construct a Bayesian net with three nodes  $A$ ,  $B$ , and  $C$  such that its topology guarantees that  $P(A|C) \neq P(A)$  holds.)      correct  wrong

(3 Punkte)

- c) Was versteht man unter *Marginalisierung* im Bezug auf Wahrscheinlichkeitsverteilungen?  
 (What is *marginalisation* in the context of probability distributions?)

(2.5 Punkte)

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



Welche der folgenden Eigenschaften treffen zu:

(Which of the following properties hold:)

1. *E* ist nicht bedingt unabhängig von *H* bei Evidenz *B*.  
 $(E \text{ is not conditionally independent of } H \text{ by given evidence } B.)$  correct  wrong
2. *F* ist bedingt unabhängig von *A* bei Evidenz *B* und *G*.  
 $(F \text{ is conditionally independent of } A \text{ by given evidence } B \text{ and } G.)$  correct  wrong
3. *D* ist bedingt unabhängig von *A* bei Evidenz *J*.  
 $(D \text{ is conditionally independent of } A \text{ by given evidence } J.)$  correct  wrong
4. *G* ist bedingt unabhängig von *I* bei Evidenz *D*.  
 $(G \text{ is conditionally independent of } I \text{ by given evidence } D.)$  correct  wrong

(4 Punkte)