

T1	T2	$\sum T_i$	UE	$\sum$	N

**Prüfung (Exam)**  
**VU Einführung in die Künstliche Intelligenz, 184.735, 2020S**  
**11.02.2021**

**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!**

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

**Teil (Part) 1**

**40 Punkte (points)**

- a) Modellieren Sie ein neuronales Netz mit maximal einem inneren Layern, welches zwei binäre Eingangssignale  $I_1, I_2$  sowie drei Ausgangssignale  $O_1, O_2, O_3$  besitzt und dessen Signale sich wie in der folgenden Wahrheitstabelle verhalten. Sie können auch für jeden der Ausgänge ein eigenes Netzwerk zeichnen.

(Model a neural network with at most one inner layer, which has two binary input signals  $I_1, I_2$  and three output signals  $O_1, O_2, O_3$ . The signals should behave according to the entries of the following truth table. You can also draw a separate network for every output.)

$I_1$	$I_2$	$O_1$	$O_2$	$O_3$
1	1	1	1	1
1	0	0	0	0
0	1	1	1	0
0	0	0	1	1

Verwenden Sie für jedes Neuron folgende Aktivierungsfunktion:

(For each neuron, use the following activation function:)

$$g(x) = \begin{cases} 1 & \text{wenn (if) } \frac{1}{3} \cdot x \geq 2, \\ 0 & \text{sonst (otherwise).} \end{cases}$$

**6 Punkte (points)**

- b) Erklären Sie das Konzept eines *zielbasierten Agenten* und zeichnen Sie ein Diagramm, welches den Aufbau des Agenten verdeutlicht. Inwiefern unterscheiden sich zielbasierte Agenten von nutzenbasierten Agenten?

(Explain the concept of a goal-based agent and draw a diagram which explains the structure of the agent. In what way are goal-based agents different from utility-based agents?)

**4 Punkte (points)**

- c) Erklären sie die Begriffe *Uninformed Search*, *Overfitting*, *Aktivierungsfunktion*, und *Deep Learning*.

(Explain the terms *uninformed search*, *overfitting*, *activation function* and *deep learning*.)

**4 Punkte (points)**

d) Kreuzen Sie Zutreffendes an:

(Check the correct answers:)

(i) Local Beam Search entspricht einer lokal begrenzten Ausführung von  $k$  Random-Restart Suchen.

(Local beam search amounts to a locally confined run of  $k$  random-restart searches.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

(ii) Neuronale Netze sind generell schlecht in der Objekterkennung.

(Neural networks are generally bad in object recognition.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

(iii) Ein rationaler Agent wählt nicht unbedingt immer die bestmögliche Aktion.

(A rational agent does not necessarily always select the best possible action.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

(iv) Eine Pokerpartie ist eine *diskrete Umgebung*.

(A game of poker is a *discrete environment*.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

**4 Punkte (points)**

e) Betrachten Sie folgende Beispieldaten:

(Consider the following example data:)

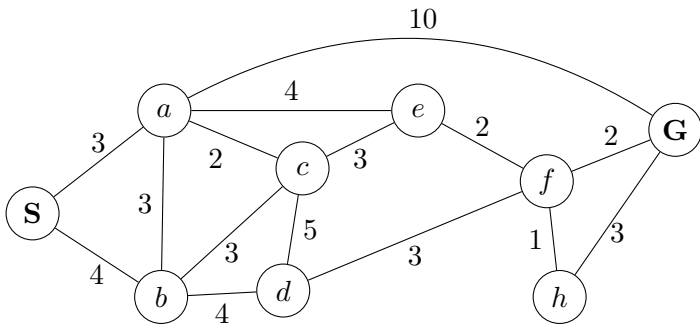
	$A$	$B$	$C$	Output
1	$a_1$	$b_1$	$c_2$	$T$
2	$a_2$	$b_1$	$c_1$	$F$
3	$a_2$	$b_2$	$c_2$	$T$
4	$a_2$	$b_3$	$c_1$	$F$
5	$a_2$	$b_3$	$c_1$	$T$
6	$a_2$	$b_3$	$c_1$	$T$
7	$a_2$	$b_3$	$c_2$	$F$
8	$a_1$	$b_2$	$c_2$	$T$

Konstruieren Sie einen Entscheidungsbaum aus den Beispieldaten. Verwenden Sie dafür den Algorithmus aus der Vorlesung. Der nächste Attribut wird immer **nach der festen Reihenfolge** A, B, C ausgewählt. Welcher Sonderfall tritt auf? Wie geht der Algorithmus damit um?

(Construct a decision tree from the given data, using the algorithm from the lecture. The next attribute is always chosen **according to the predetermined order**: A, B, C. Which special case occurs? How does the algorithm deal with it?)

**6 Punkte (points)**

- (The following search problem is given, with starting node  $S$  and goal node  $G$ .)



Lösen Sie das Suchproblem mittels der  $A^*$ -Suche. Geben Sie für jeden Schritt die Inhalte der Priority-Queue, den bisherigen Pfad und die Gesamtkosten an. Verwenden Sie dabei folgende Heuristikfunktion:

(Solve the search problem using  $A^*$  search. In every step, write down the contents of the priority queue, the path until that point and the total costs. Use the following heuristic function:)

$$h(S) = 10, h(a) = 7, h(b) = 8, h(c) = 5, h(d) = 3, h(e) = 2, h(f) = 2, h(h) = 0, h(G) = 0.$$

5 Punkte (points)

Step	Priority queue before step	Path after step	Cost
0	$S(10)$	$S$	0
1	$a(10), b(12)$	$S \rightarrow a$	3

- g) Beschreiben Sie die Funktionsweise von *Hill-Climbing*. Welches Problem kann bei einer einfachen Vorgehensweise auftreten und welche Lösung eignet sich dafür?

(Describe how *hill climbing* functions. Which problem can occur when using the simple approach to hill climbing and what is a suitable solution to it?) **5 Punkte (points)**

- h) Beschreiben Sie kurz die *Depth-First-Suche (DFS)* und die *Iterative-Deepening-Suche (IDS)*. Geben Sie die *worst-case* Zeit- und Speicherkomplexitäten in big- $\mathcal{O}$  Notation an. Sind diese Algorithmen immer vollständig bzw. optimal wenn der *branching Faktor* endlich ist?

(Briefly describe the *Depth-first search (DFS)* and *Iterative deepening search (IDS)* and provide the *worst-case* time and space complexities in big- $\mathcal{O}$  notation. Are these algorithms always complete or optimal when the *branching factor* is finite?)

**6 Punkte (points)**

**Teil (Part) 2****40 Punkte (points)**

- a) Betrachten Sie das folgende Kryptarithmetische Puzzle, wobei jedem Buchstaben eine Ziffer zugeordnet werden soll sodass je zwei Buchstaben nicht dieselbe Ziffer besitzen:

(Consider the following cryptarithmic puzzle in which every letter is assigned a digit such that no two letters have the same digit:)

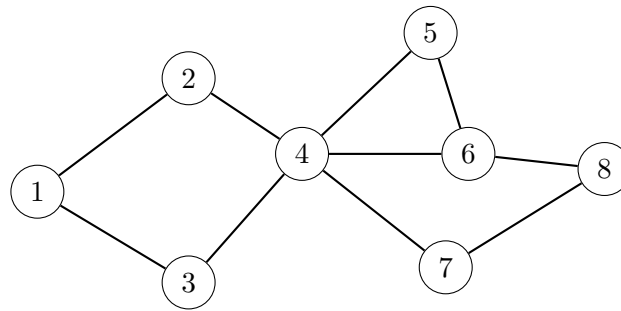
$$\begin{array}{r} \text{E G G} \\ + \text{O I L} \\ \hline \text{M A Y O} \end{array}$$

Beschreiben Sie das Puzzle als ein *Constraint-Satisfaction Problem* (CSP), d.h. geben Sie die Menge der Variablen, die Constraints und die Domänen jeder Variablen an.

(Describe the puzzle as a *constraint-satisfaction problem* (CSP), i.e., describe the set of variables, the constraints, and the domains of each variable.)

**8 Punkte (points)**

- b) Wir betrachten das Dreifärbbarkeitsproblem für folgenden Graphen:  
(Consider the three-colorability problem for the following graph:)



- (i) Ausgehend von der partiellen Zuordnung “1 = grün, 2 = rot”, welchen Wert würde der Variablen 3 durch die *Least-Constraining-Value Heuristik* zugeordnet werden? Begründen Sie Ihre Antwort kurz!  
(Based on the partial assignment “1 = green, 2 = red”, which value would be assigned to the variable 3 by the *least-constraining-value heuristic*? Explain your answer briefly!)
- (ii) Betrachten Sie die partielle Zuordnung “2 = blau, 5 = rot, 7 = grün”. Welche Variable würde durch die *Minimum-Remaining-Values Heuristik* als nächstes ausgewählt werden? Begründen Sie Ihre Antwort kurz!  
(Consider the partial assignment “2 = blue, 5 = red, 7 = green”. Which variable would be assigned next using the *minimum-remaining-values heuristic*? Explain your answer briefly!)
- (iii) Welche Variable würde durch die *Degree Heuristik* als erstes einen Wert aus ihrer Domäne zugeordnet bekommen? Begründen Sie Ihre Antwort kurz!  
(Which variable would be assigned a value from its domain first by the *degree heuristic*? Explain your answer briefly!)

**6 Punkte (points)**

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

(i) Ein CSP darf nur binäre constraints enthalten.

(A CSP can only contain binary constraints.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

(ii) Die *Backtracking-Suche* ist ein *uninformierter* Suchalgorithmus.

(The *backtracking search* is an *uninformed* search algorithm.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

(iii) Das Axiom der Stetigkeit lautet:  $A \succ B \succ C \Rightarrow \exists p[p, A; 1 - p, B] \sim C$ .

(The axiom of continuity is:  $A \succ B \succ C \Rightarrow \exists p[p, A; 1 - p, B] \sim C$ .)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

**6 Punkte (points)**

d) Geben Sie die Formel für das Axiom der *Monotonie* aus der Nutzentheorie an.

(Specify the formula for the axiom of *monotonicity* from utility theory.) **5 Punkte (points)**

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

(i) Klassische Planungsumgebungen sind statisch.

(Classical planning environments are static.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

(ii)  $\exists x \text{ Meets}(x, bob)$  ist ein syntaktisch korrektes Ziel in STRIPS.

( $\exists x \text{ Meets}(x, bob)$  is a syntactically correct goal in STRIPS.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

(iii) Im Gegensatz zu STRIPS unterstützt ADL Gleichheit.

(Unlike STRIPS, ADL supports equality.)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

(iv) In *Partial Order Planning* besagt der Constraint  $A \prec B$ , dass  $A$  *unmittelbar* vor  $B$  ausgeführt werden muss.

(In *partial order planning*, the constraint  $A \prec B$  means that  $A$  must be executed *immediately* before  $B$ .)

richtig (true) ☐ falsch (false) ☐

**8 Punkte (points)**



f) Formalisieren Sie in *STRIPS* Syntax eine Aktion *AttendingMeeting*, die darstellt, dass ein Mitarbeiter an einem Meeting teilnimmt.

(Use *STRIPS* syntax to formalize an action *AttendingMeeting*, that represents that an employee attends a meeting.)

- Vorbedingung für diese Aktion ist, dass der Mitarbeiter zum Meeting eingeladen wurde, dass er sich im Besprechungsraum befindet und dass er eine FFP2-Maske trägt.  
(The precondition for this action is that the employee was invited to the meeting, that he is in the meeting room, and that he wears an FFP2-mask.)
- Der Effekt soll sein, dass der Mitarbeiter nicht gut atmen kann und gestresst ist.  
(The effect should be that the employee cannot breathe well and is stressed.)
- “Mitarbeiter” soll erster Parameter und “Raum” soll zweiter Parameter der Aktion sein. Sie dürfen die Namen auch abkürzen.  
(“Employee” should be the first parameter and “Room” the second parameter of the action. You may also shorten the parameter names.)
- Die Parameter sollen in der Vorbedingung entsprechend ihrem Typus geprüft werden.  
(The parameters should be checked in the precondition according to their type.)

Verwenden Sie für die Modellierung die Prädikate:

(Use the following predicates for the modelling:)

*Employee, Room, Invited, In, Mask, Breathes-Well, Stressed.*

Die Bedeutung der Prädikate ist wie folgt:

(The meaning of the predicates is as follows:)

<i>Employee(x)</i> ,	<i>x</i> ist ein Mitarbeiter,	( <i>x</i> is an employee,)
<i>Room(x)</i> ,	<i>x</i> ist ein Besprechungsraum,	( <i>x</i> is a meeting room,)
<i>Invited(x)</i> ,	<i>x</i> wurde zum Meeting eingeladen,	( <i>x</i> was invited to the meeting,)
<i>In(x, y)</i> ,	<i>x</i> befindet sich in <i>y</i> ,	( <i>x</i> is in <i>y</i> ,)
<i>Mask(x)</i> ,	<i>x</i> trägt eine FFP2-Maske,	( <i>x</i> wears an FFP2-mask,)
<i>Breathes-Well(x)</i> ,	<i>x</i> kann gut atmen,	( <i>x</i> can breathe well,)
<i>Stressed(x)</i> ,	<i>x</i> ist gestresst.	( <i>x</i> is stressed.)

**7 Punkte (points)**