

Unterschrift (Signature):

Studierendenausweis (Student ID card)

| T1 | T2 | \sum_{Ti} | UE | \sum | N |
|----|----|-------------|----|--------|---|
| | | | | | |

Prüfung (Exam)
VU Einführung in die Künstliche Intelligenz, 184.735, 2021S
07.12.2021

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!)

Unterschrift (Signature):

Teil (Part) 1

40 Punkte (points)

- a) Vervollständigen Sie die Gewichte für neuronale Netze N_i , $i = 1, 2, 3$, die je zwei binäre Eingangssignale I_1, I_2 und ein Ausgangssignal O_i haben sollen, das sich wie in der folgenden Tabelle verhält; falls keine Vervollständigung möglich ist, schreiben Sie "nein" mit Begründung.

(Complete the weight in neural networks N_i , $i = 1, 2, 3$, which should each have two binary input signals I_1, I_2 and an output signal O_i that behaves according to the following table; if no completion exists, write "no" and argue why.)

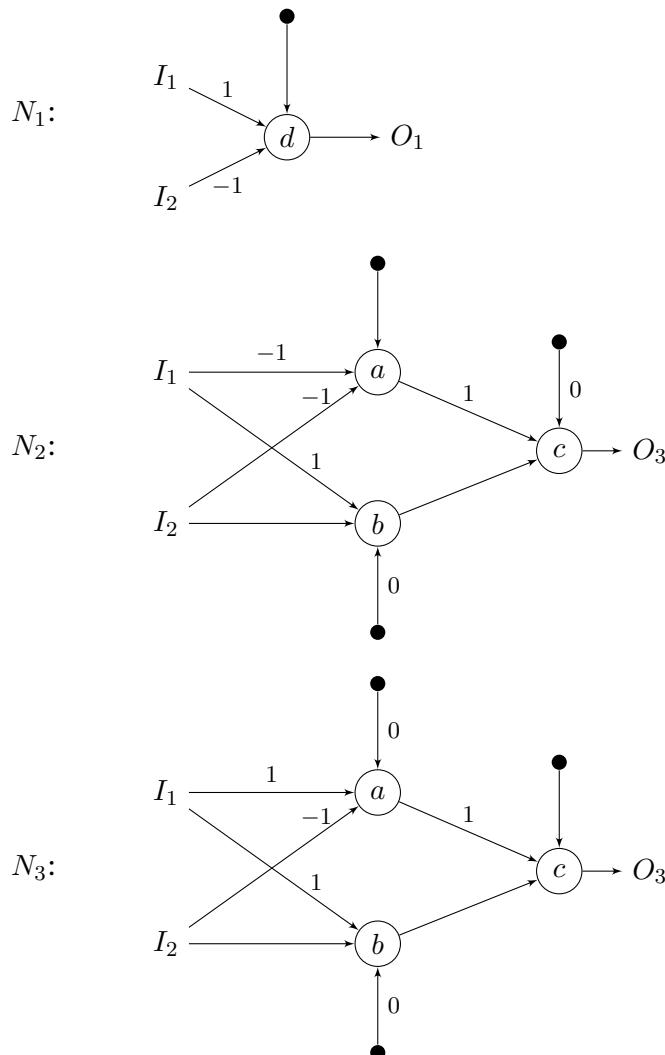
| I_1 | I_2 | O_1 | O_2 | O_3 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Die Neuronen haben die folgende Aktivierungsfunktion:

(the neurons have the following activation function:)

6 Punkte (points)

$$g(x) = \begin{cases} 1 & \text{wenn (if) } x \leq 1, \\ 0 & \text{sonst (otherwise).} \end{cases}$$



Unterschrift (Signature):

- b) Erklären Sie das Konzept eines *lernenden Agenten* (inkl. Diagramm) und beschreiben Sie dessen Komponenten.

(Explain the concept of a *learning agent* (incl. diagram) and describe its components.)

4 Punkte (points)

- c) Erklären sie die Begriffe *Space complexity*, *Admissible heuristic*, *Overfitting*, *Hidden unit*, and *Hopfield network*).

(Explain the notions *Space complexity*, *Admissible heuristic*, *Overfitting*, *Hidden unit*, and *Hopfield network*.)

5 Punkte (points)

- d) Kreuzen Sie Zutreffendes an:

(Check the correct answers:)

(i) Der Problemgenerator eines *lernenden Agenten* erkennt, wenn sich der Agent in einer Problemsituation befindet. (The problem generator component of a *learning agent* detects when the agent is in a problem situation.) richtig (true) falsch (false)

(ii) *Iterative Deepening Search* besucht in einem endlichen Suchraum für eine optimale Lösung so wenig Knoten wie möglich. (For an optimal solution *Iterative Deepening Search* visits as few nodes as possible in a finite search space.)

richtig (true) falsch (false)

(iii) Die grundlegenden Komponenten eines *rationalen Agenten* sind Architektur, Programm und explizite Ziele. (The basic components of a *rational agent* are its architecture, program, and explicit goals.) richtig (true) falsch (false)

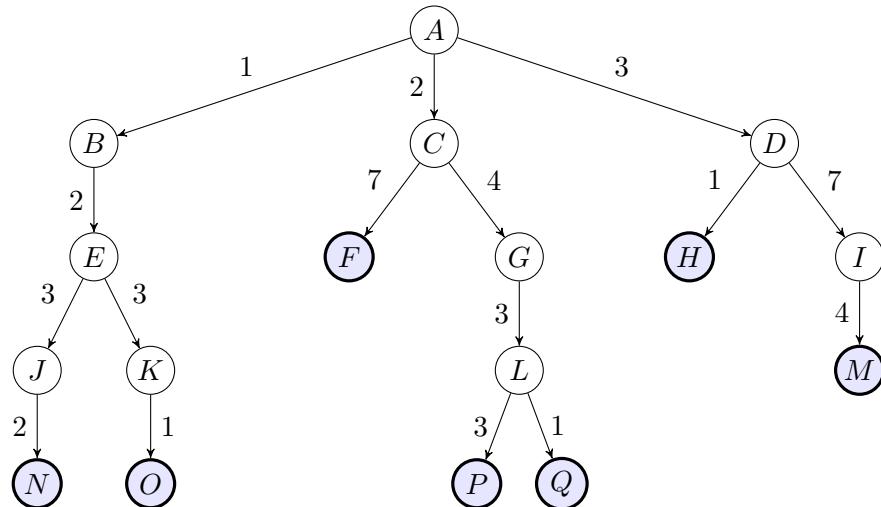
(iv) Beim *unüberwachten Lernen* werden Belohnungen und Bestrafungen verwendet. (*Unsupervised learning* uses rewards and punishments.) richtig (true) falsch (false)

6 Punkte (points)

Unterschrift (Signature):

- e) Gegeben sei folgender Suchbaum. Integerwerte neben Kanten geben entsprechende Operationskosten an, A ist der Startknoten und die blau unterlegten Knoten, F, H, N, O, P, Q, R sind Ziellknoten.

(Consider the following search tree: Integer values near the edges represent the operator costs for an action, A is the starting node and the blue nodes, F, H, N, O, P, Q, R, represent the goal nodes.)



Geben Sie für die folgenden Suchverfahren an, in welcher Reihenfolge die Knoten expandiert und welche Ziellknoten gefunden werden. Sollten mehrere Knoten für eine Expansion zur Auswahl stehen und das Verfahren keine diesbezüglichen Kriterien beinhalten, wählen Sie die Knoten in alphabetischer Reihenfolge zur Expansion.

(Write down in which order the nodes are expanded and which goal nodes are found for the given search strategies. If you have a choice of more than one node for expansion and the strategy provides no criteria for this choice, expand the nodes in alphabetical order.)

| | Expandierte Knoten (expanded nodes) | Zielknoten (goal nodes) |
|----------------------------------|--|------------------------------------|
| Breadth-First Search | _____ | _____ |
| Uniform-Cost Search | _____ | _____ |
| Depth-First Search | _____ | _____ |
| Depth-Limited Search (Limit = 3) | _____ | _____ |

9 Punkte (points)

Unterschrift (Signature):

f) Kreuzen Sie Zutreffendes an:

(Check the correct answers:)

- (i) Die *Induktive Lernmethode* versucht mit einem Trainingsset eine Funktion h zu finden, welche die echte Funktion f approximiert ($h \approx f$). (Inductive learning tries to approximate a function f with a function h which is induced by the training set ($h \approx f$)).

richtig (true) falsch (false)

- (ii) Ein *nutzenbasierter Agent* erreicht immer das Ziel mit dem größten Nutzen (falls es erreichbar ist). (A *utility-based agent* always reaches the goal with highest utility (if it is reachable).)

richtig (true) falsch (false)

- (iii) *Hill-Climbing* mit zufälligem Neustart kann lokale Maxima überwinden. (Random-restart *hill climbing* can overcome local maxima.)

richtig (true) falsch (false)

- (iv) Die Aktionen eines *rationalen Agenten* sind ausschließlich von seiner Wahrnehmungsfolge und eingebautem Wissen abhängig. (The actions of a rational agent depend exclusively on its percept history and built-in knowledge.)

richtig (true) falsch (false)

6 Punkte (points)

g) Welche Funktionen können (in Abhängigkeit von der Anzahl der versteckten Ebenen i.e. hidden layers) in Single- und Multi-Layer *Perzepronnetzwerken* dargestellt werden?

(Which functions can be described by single- and multi-layer *perceptron networks*, respectively? Let your answer depend on the number of layers.)

4 Punkte (points)

Unterschrift (Signature):

Teil (Part) 2

40 Punkte (points)

a) Es sei folgendes *Constraint Satisfaction Problem* (CSP) gegeben:

(Consider the following *constraint-satisfaction problem* (CSP)):

| Variable | Domain | Constraints: |
|----------|---------------|--|
| A | $\{1, 5, 2\}$ | $C_1(A, B) = \{(5, 2), (2, 2)\}$ |
| B | $\{3, 2\}$ | $C_2(A, E) = \{(5, 5), (5, 2)\}$ |
| C | $\{5, 2, 4\}$ | $C_3(B, C) = \{(3, 5), (2, 2), (2, 5), (3, 4)\}$ |
| D | $\{3, 1\}$ | $C_4(D, A) = \{(3, 1), (3, 5), (3, 2), (1, 5), (1, 2)\}$ |
| E | $\{5, 2, 3\}$ | $C_5(E, C) = \{(5, 5), (2, 5), (5, 2), (2, 4), (3, 2)\}$ |

Konstruieren Sie den zugehörigen *Constraint-Graph*.

(Construct the corresponding *constraint graph*.)

8 Punkte (points)

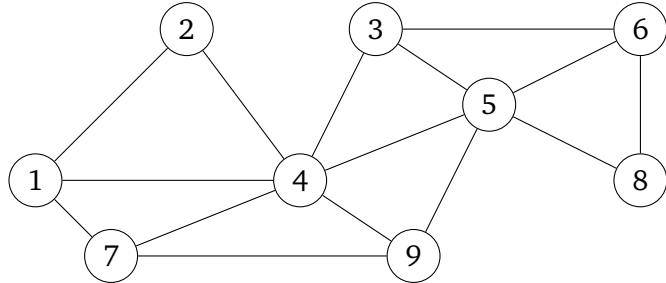
b) Definieren Sie die Begriffe einer *vollständigen Zuordnung*, einer *konsistenten Zuordnung* und einer *Lösung* eines Constraint Satisfaction Problems.

(Define the notions of a *complete assignment*, a *consistent assignment* and a *solution* of a constraint satisfaction problem.)

6 Punkte (points)

Unterschrift (Signature):

- c) Wir betrachten das Dreifärbbarkeitsproblem für folgenden Graphen:
(We consider the three-colouring problem for the following graph:)



- (i) Ausgehend von der partiellen Zuordnung “4 = grün, 8 = rot”, welchen Wert würde der Variable 3 durch die *Least-Constraining-Value-Heuristik* zugeordnet werden?
(Starting with the partial assignment “4 = green, 8 = red”, which value would the *least constraining value heuristic* choose for variable 3?)
- (ii) Betrachten Sie die partielle Zuordnung “4 = rot, 8 = blau, 9 = grün”. Welche Variable würde durch die *Minimum-Remaining-Values-Heuristik* als nächstes ausgewählt werden?
(Consider the partial assignment “4 = red, 8 = blue, 9 = green”. Which variable would be chosen next by the *minimum remaining values heuristic*?)
- (iii) Welche Variable würde durch die *Degree-Heuristik* als Erste ausgewählt werden?
(Which variable would be assigned first by the *degree heuristic*?)

6 Punkte (points)

Unterschrift (Signature):

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

- (i) Kein Constraint Satisfaction Problem ist in polynomieller Zeit lösbar.
(No constraint satisfaction problem can be solved in polynomial time.)
richtig (true) falsch (false)
- (ii) Das Verhalten eines Agenten, welcher die Axiome der Nutzentheorie erfüllt, ändert sich nach einer affinen Transformation seiner Nutzenfunktion nicht.
(The behavior of an agent who satisfies the axioms of utility theory does not change after an affine transformation of its utility function.) richtig (true) falsch (false)
- (iii) Die Aussage "*wenn ein Auto vorwärts fährt, ändert sich seine Farbe nicht*" ist ein Beispiel welches das *Frame Problem* illustriert.
(*The statement "if a car drives forward, its color does not change"* is an example illustrating the *frame problem*.) richtig (true) falsch (false)

6 Punkte (points)

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

- (i) In STRIPS wird angenommen, dass im Effekt nicht erwähnte Literale unverändert bleiben.
(In STRIPS it is assumed that literals not mentioned in the effect remain unchanged.) richtig (true) falsch (false)
- (ii) Ziele in ADL dürfen Quantoren enthalten.
(Goals in ADL are allowed to contain quantifiers.) richtig (true) falsch (false)
- (iii) Klassische Planungsumgebungen sind nicht vollständig beobachtbar.
(Classical planning environments are not fully observable.) richtig (true) falsch (false)
- (iv) In STRIPS gilt die *Open-World Assumption*.
(In STRIPS holds the *open-world assumption*.) richtig (true) falsch (false)

8 Punkte (points)

Unterschrift (Signature):

- f) Formalisieren Sie in *STRIPS* Syntax eine Aktion *GetVaccination*, die darstellt, dass eine Person eine COVID Impfung erhält.

(Use *STRIPS* syntax to formalize an action *GetVaccination*, that represents that a person gets a COVID vaccination.)

- Vorbedingung für diese Aktion ist, dass die Person für einen Impftermin registriert ist, sowie dass sie symptomfrei ist. Außerdem muss ein Ausweis während des Termins vorgewiesen werden.
(The precondition for this action is that the person is registered for a vaccination appointment and that the person has no symptoms. Also, an identification must be shown during the appointment.)
- Der Effekt soll sein, dass die Person geimpft ist, ein Impfzertifikat bekommt, und für den Impftermin nicht länger registriert ist.
(The effect should be that the person is vaccinated, receives a vaccination certificate, and is no longer registered for the vaccination appointment.)
- “Person” soll erster Parameter und “Termin” soll zweiter Parameter der Aktion sein.
(“Person” should be the first parameter and “Appointment” the second parameter of the action.)
- 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 folgenden Prädikate:

(Use the following predicates for the modelling:)

Person, *Appointment*, *Registered*, *NoSymptom*, *ShowID*, *Vaccinated*, *GetsCertificate*.

Die Bedeutung der Prädikate ist wie folgt:

(The meaning of the predicates is as follows:)

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| <i>Person(x)</i> , | <i>x</i> ist eine Person, | (<i>x</i> is a person,) |
| <i>Appointment(x)</i> , | <i>x</i> ist ein Impftermin, | (<i>x</i> is a vaccination appointment,) |
| <i>Registered(x, y)</i> , | <i>x</i> ist für <i>y</i> registriert, | (<i>x</i> is registered for <i>y</i> ,) |
| <i>NoSymptom(x)</i> , | <i>x</i> hat keine Symptome, | (<i>x</i> has no symptoms,) |
| <i>ShowID(x, y)</i> , | <i>x</i> zeigt Ausweis während <i>y</i> vor, | (<i>x</i> shows identification during <i>y</i> ,) |
| <i>Vaccinated(x)</i> , | <i>x</i> ist geimpft, | (<i>x</i> is vaccinated,) |
| <i>GetsCertificate(x)</i> , | <i>x</i> bekommt ein Impfzertifikat. | (<i>x</i> gets a vaccination certificate.) |

6 Punkte (points)