

Klausur

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

19.04.2007

Name, Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

Hinweise:

- Überprüfen Sie bitte, ob Sie alle **16** Seiten der Klausur erhalten haben.
- Bitte versehen Sie vor Bearbeitung der Klausur alle **16** Blätter mit Ihrer Matrikelnummer.
- Bitte nicht mit einem roten oder grünen Stift schreiben.
- Bitte keinen Bleistift, keinen Tintenkiller und kein Tipp-Ex benutzen.
- Die Vorder- und Rückseiten der Klausur dürfen verwendet werden.

Dieser Teil ist zur Auswertung bestimmt und soll von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Klausur nicht ausgefüllt werden.

	Aufgabe 1 12 Punkte	Aufgabe 2 8 Punkte	Aufgabe 3 22 Punkte	Aufgabe 4 8 Punkte	Summe 50 Punkte
Punkte					
	Aufgabe 5 12 Punkte	Aufgabe 6 14 Punkte	Aufgabe 7 12 Punkte	Aufgabe 8 12 Punkte	Summe 50 Punkte
Punkte					

Matrikelnummer:**Aufgabe 1: (Suche: Eigenschaften)****(12 Punkte)**

Suchverfahren unterscheiden sich in ihren Eigenschaften. Die folgenden Aussagen sind entweder wahr oder falsch. Kreuzen Sie die korrekten Antworten an.

Tipp: Richtige Antworten bringen Pluspunkte, falsche Antworten bringen

Minuspunkte, nicht angekreuzte Aussagen bringen keine Punkte. Wenn Sie eine Antwort nicht wissen, ist es besser, kein Kreuz zu machen.

Uninformierte Suche	ja	nein
Ein Suchproblem wird vollständig durch Anfangszustände, Endzustände und Aktionen beschrieben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiefensuche ist vollständig in endlichen Suchräumen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Breitensuche findet die optimale Lösung auch in unendlich großen Suchräumen in endlicher Zeit.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Baumsuchverfahren lassen sich auch auf Graphen anwenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der durchschnittliche Verzweigungsgrad ist ein Faktor zur Bestimmung der Komplexität eines Suchproblems.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Iterierte Tiefensuche (iterated depth first search) ist in allen Leistungsmerkmalen gleich gut oder besser als Breitensuche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Informierte Suche und Weiteres	ja	nein
Für Finite Domain Constraints ist Breitensuche normalerweise effizienter als Tiefensuche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine Heuristik beeinflusst die Wirkung einer Aktion.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heuristiken beschneiden den Suchraum (problem space).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine zulässige Heuristik überschätzt die tatsächlichen Kosten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dynamische Programmierung beeinflusst die Auswahl einer Aktion.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Effizienz von A* hängt stark von der Güte der heuristischen Funktion ab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vorwärtsplanung (progression planning) entspricht einer Breitensuche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forward Checking beschneidet den Suchraum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Constraintpropagierungsmechanismen reichen nicht aus (are not sufficient), um ein CSP zu lösen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forward Checking erzeugt Kantenkonsistenz (arc consistency)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein 2-konsistentes CSP ist lösbar, eine Lösung kann z.B. durch Suche ermittelt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In einem n-konsistenten CSP enthält jede Variable genau einen Wert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

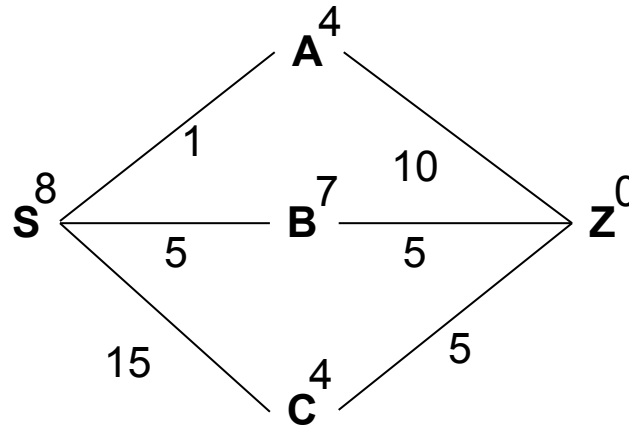
Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

Aufgabe 2: (Suchverfahren)

(8 Punkte)

Gegeben sei folgender Problemraum mit vier Knoten $\{S, A, B, C, Z\}$:



Sei S der Startzustand und Z das Ziel. Kanten repräsentieren die Aktionen. Die Kosten einer Aktion stehen unter der jeweiligen Kante. Die Restwegkostenschätzung steht jeweils am Knoten. Breitensuche entfaltet die Knoten in orthographischer Reihenfolge ($A < B < C < S < Z$). Dasselbe gilt für informierte Suchverfahren in Tiebreak-Situationen, wenn mehrere Knoten gleich bewertet werden.

Wie verarbeiten die Suchverfahren „Breitensuche“ (mit Zyklenvermeidung), „Bestensuche“ und A* dieses Problem? Geben Sie für jedes dieser Suchverfahren die beiden ersten entfalteten Knoten (ab Suchtiefe 1, nach dem Startknoten S) an. Bei den informierten Suchverfahren schreiben Sie zusätzlich in Klammern die Bewertung der Knoten. Geben Sie außerdem die jeweilige Lösung (den Lösungsweg) des Verfahrens an.

Breitensuche mit Zyklenvermeidung (breadth first search):

1. entfalteter Knoten:

2. entfalteter Knoten:

Lösung:

Bestensuche (best first search):

1. entfalteter Knoten
(mit Bewertung):

2. entfalteter Knoten
(mit Bewertung):

Lösung:

A*:

1. entfalteter Knoten
(mit Bewertung):

2. entfalteter Knoten
(mit Bewertung):

Lösung:

Punkte	
---------------	--

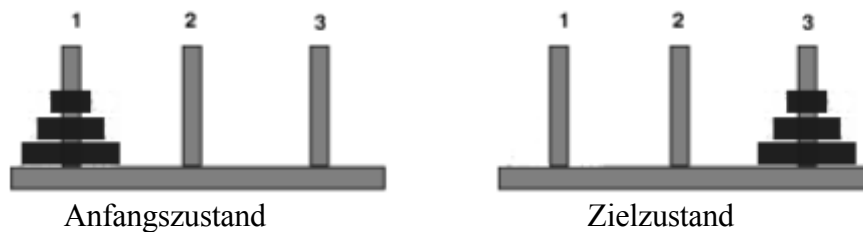
Matrikelnummer:

Aufgabe 3: (Planen)

(22 Punkte)

Die Welt der „Türme von Hanoi“ besteht aus drei Stiften (pegs) (1) bis (3) und drei gelochten Scheiben (discs) unterschiedlicher Größe. Im Startzustand liegen alle drei Scheiben, als Pyramide geordnet, auf Stift (1). Ziel ist es, die Pyramide in den Zielzustand auf Stift (3) unter Beachtung der folgenden Regeln zu versetzen:

- Nur die jeweils oberste Scheibe eines Stapels ist beweglich (movable).
- Eine bewegliche Scheibe kann auf einen leeren Stift gelegt werden.
- Eine bewegliche Scheibe kann auf eine größere Scheibe gelegt werden. (Die Pyramidenform gestapelter Scheiben darf nicht verletzt werden.).



a) (6 Punkte)

Für die Modellierung der Türme von Hanoi benötigen Sie ein geeignetes Vokabular. Definieren Sie geeignete Konstantensymbole, Prädikatensymbole und Variablen für dieses Problem in STRIPS.

Tipp: Teilaufgabe 5c) beeinflusst die Modellierung

b) (2 Punkte)

Beschreiben Sie den Anfangszustand und den Zielzustand.

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

c) (12 Punkte)

Formulieren Sie die folgenden 2 Operatoren (Aktionsschemata) in STRIPS:

move-S2B (stack to bottom; oberste Scheibe eines Stapels auf leeren Stift legen),

move-S2S (stack to stack; oberste Scheibe eines Stapel auf anderen Stapel legen).

d) (2 Punkte)

2 weitere Operatoren ergänzen die in 5c) beschriebenen (Sie brauchen diese Operatoren nicht in STRIPS zu formulieren!):

move-B2S (bottom to stack; unten liegende Scheibe auf einen Stapel legen),

move-B2B (bottom to bottom; unten liegende Scheibe auf einen leeren Stift legen).

Geben Sie mit Hilfe dieser 4 Operatoren einen Plan an, der den Startzustand in einen Zielzustand überführt.

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:**Aufgabe 4: (Resolution)****(8 Punkte)**

Gegeben ist folgende Wissensbasis in konjunktiver Normalform:

$$WB = \{(P(y) \vee Q(x) \vee R(x, y)) \wedge \neg Q(4) \wedge (\neg R(x, y) \vee \neg S(y)) \wedge (\neg R(x, y) \vee \neg S(x))\}$$

Beweisen Sie durch einen Resolutionsbeweis, dass die Formel

$$P(1) \wedge S(1)$$

aus der Wissensbasis folgt. Kleinbuchstaben sind Variablen; Zahlen sind Konstanten.
Zeichnen Sie den Beweisbaum und geben Sie dabei alle Substitutionen an.

$P(y), Q(x), R(x, y)$	$\neg Q(4)$	$\neg R(x, y), \neg S(y)$	$\neg R(x, y), \neg S(x)$
-----------------------	-------------	---------------------------	---------------------------

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:**Aufgabe 5: (Satz von Bayes, Bayes Netze)****(12 Punkte)**

Um eine schnelle Diagnose einer Krankheit K zu ermöglichen, sollen hierfür die Ergebnisse M_1 und M_2 zweier Labortests herangezogen werden, die die Werte h (hoch), m (mittel) oder n (niedrig) haben können. In einer Gruppe von Patienten, die entweder an der Krankheit leiden ($K = w$) oder sie nicht haben ($K = f$), wurden folgende Beobachtungen gemacht:

K	M_1	Anzahl	K	M_2	Anzahl
w	n	50	w	n	10
w	m	30	w	m	80
w	h	20	w	h	10
f	n	20	f	n	180
f	m	80	f	m	10
f	h	100	f	h	10

a) (2 Punkte)

Zeichnen Sie ein Bayes'sches Netz, das zu diesen Daten passt und eine Auswertung ohne zusätzliche Informationen erlaubt!

b) (2 Punkte)

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, das ein zufällig aus der Gruppe ausgewählter Patient die Krankheit hat?

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

c) (4 Punkte)

Zeigen Sie, wie die Wahrscheinlichkeiten $P(K | M_1, M_2)$ mittels des Satzes von Bayes berechnet werden können!

d) (4 Punkte)

Bei einem neuen Patienten ergaben die Laboruntersuchungen $M_1 = n$ und $M_2 = n$. Welche Diagnose ist am wahrscheinlichsten?

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

Aufgabe 6: (Neuronale Netze)**(14 Punkte)**

Betrachten Sie ein Perzeptron mit zwei reellwertigen Eingabeneuronen x_1 und x_2 , zwei Gewichten w_1 und w_2 sowie einem Bias w_0 . Für das lokale Feld h gilt

$$h = w_0 + w_1 x_1 + w_2 x_2$$

und zur Berechnung der Ausgabe y wird die Aktivierungsfunktion

$$y = \text{sgn}(h) = \begin{cases} +1 & \text{für } h > 0 \\ -1 & \text{für } h \leq 0 \end{cases}$$

verwendet. Alle Gewichte und der Bias werden mit 0.1 initialisiert.

x_1	x_2	y
+5	-3	-1
+2	+4	+1

a) (4 Punkte)

Berechnen Sie die Ausgabe des Perzeptrons für die Eingaben x_1, x_2 der oben angegebenen Beispiele (ohne eine Anpassung der Gewichte)!

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

b) (4 Punkte)

Wie ändern sich die Gewichte, wenn das neuronale Netz gemäß der Perzeptron-Lernregel mit den Beispielen trainiert wird? Verwenden Sie $\lambda = 0.2$ als Lernrate.

c) (2 Punkte)

Stellen Sie die Entscheidungsgrenze des Perzeptrons nach erfolgreichem Training in der x_1 - x_2 -Ebene graphisch dar!

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

d) (2 Punkte)

Ergänzen Sie die Menge der Beispiele so, dass das Perzeptron diese nicht mehr exakt lernen kann!

e) (2 Punkte)

Wie können Sie den Verallgemeinerungsfehler (Generalisierungsfehler) des Perzeptrons bestimmen?

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:**Aufgabe 7: (Bayes'sche Inferenz)****(12 Punkte)**

Zwei Benutzer A und B teilen sich einen Computer. Ein Programm soll durch Analyse der auf der Tastatur eingegebenen Zeichen herausfinden, wer den Computer gerade benutzt ($U = A$ oder $U = B$). Zu diesem Zweck wurden Markov-Modelle des Tippverhaltens beider Nutzer erstellt, die jedoch nur zwischen Buchstaben ($Z_t = b$), Ziffern ($Z_t = z$) und Sonderzeichen ($Z_t = s$) unterscheiden:

Z_t	Z_{t+1}	$P(Z_{t+1} Z_t, U=A)$	Z_t	Z_{t+1}	$P(Z_{t+1} Z_t, U=B)$
b	b	0.7	b	b	0.8
b	z	0.1	b	z	0.1
b	s	0.2	b	s	0.1
z	b	0.4	z	b	0.3
z	z	0.5	z	z	0.6
z	s	0.1	z	s	0.1
s	b	0.5	s	b	0.6
s	z	0.3	s	z	0.3
s	s	0.2	s	s	0.1

a) (4 Punkte)

Stellen Sie die Markov-Modelle für die beiden Benutzer graphisch dar und tragen Sie die entsprechenden Übergangswahrscheinlichkeiten ein!

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

b) (8 Punkte)

Das System befindet sich im Zustand $Z_0 = s$. Nun wird die Zeichenfolge IOU\$15 eingegeben. Welcher Benutzer sitzt höchstwahrscheinlich vor der Tastatur? Berechnen Sie auch die Wahrscheinlichkeit, dass die von Ihnen gefundene Antwort falsch ist!

Hinweis: Bestimmen Sie zunächst die Wahrscheinlichkeit, dass Benutzer A bzw. Benutzer B die Zeichenkette eingegeben hat. Nehmen Sie dann als Prior $P(U=A) = P(U=B) = 0.5$ an.

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

Aufgabe 8: (Reinforcement-Lernen)**(12 Punkte)**

Ein Agent befindet sich in einer Welt mit drei Plätzen (1, 2, 3) mit den additiven Reinforcement-Signalen $R_1 = -1$, $R_2 = -2$ und $R_3 = 0$. Zustand 3 ist ein Endzustand; in den anderen beiden Zuständen kann der Agent jeweils eine von zwei Aktionen auswählen:

- Aktion A im Zustand 1 führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.8 zu einen Wechsel in den Zustand 2.
- Aktion A im Zustand 2 bewirkt mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.8 einen Wechsel in den Zustand 1.
- Aktion B in Zustand 1 oder 2 bewirkt in 10% der Fälle einen Wechsel in den Endzustand 3.

Falls die gewählte Aktion fehlschlägt, bleibt der Agent auf seiner alten Position.

a) (4 Punkte)

Was können Sie qualitativ über die optimale Policy in den beiden Zuständen 1 und 2 aussagen, ohne $V^*(s)$ oder $Q^*(s,a)$ zu berechnen? Begründen Sie Ihre Antwort!

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

b) (8 Punkte)

Bestimmen Sie die für den Agenten optimale Policy $\pi^*(s)$ und die zugehörige Value-Funktion $V^*(s)$!

Punkte	
---------------	--

Matrikelnummer:

Anhänge

8-Puzzle:

Gegeben ist ein 3×3 -Feld mit 8 beweglichen, nummerierten Plättchen. Durch eine Folge von Verschiebeoperationen soll Anfangszustand (zufällige Anordnung der 8 Plättchen) in einen Zielzustand (sortierte Anordnung der 8 Plättchen) überführt werden. Dabei kann ein Plättchen nur auf ein freies Nachbarfeld (blank) geschoben werden.

5	4	
6	1	8
7	3	2

Startzustand

1	2	3
8		4
7	6	5

Zielzustand

Punkte	
--------	--