

Klausur
Grundlagen der Künstlichen Intelligenz
Sommersemester 2007

Bearbeitung: 01.10.2007, 10:15-11:45 Uhr

Name, Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang:

☐ Informatik (Diplom)

☐ Informatik (Bachelor)

☐ Informatik (Master)

☐ ACS (Master)

☐ Sonstiges (bitte angeben): _____

- Schreiben Sie Ihren vollen Namen, Ihre Matrikelnummer und Ihren Studiengang auf dieses Deckblatt sowie Ihren vollen Namen auf alle weiteren Blätter.
- Überprüfen Sie die Klausur auf Vollständigkeit. Die Klausur besteht aus 8 Aufgaben.
- Schreiben Sie Ihre Antworten auf den freien Platz unter der Aufgabenstellung. Nutzen Sie die folgende leere Seite, falls Sie weiteren Platz benötigen.
- Bücher, Notizen und ähnliches dürfen nicht verwendet werden. Dasselbe gilt für elektronische Geräte (Taschenrechner, Mobiltelefon, PDA, ...).
- Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.

	Erreichbare Punkte	Punkte
Aufgabe 1	12	
Aufgabe 2	12	
Aufgabe 3	14	
Aufgabe 4	12	
Aufgabe 5	12	
Aufgabe 6	12	
Aufgabe 7	14	
Aufgabe 8	12	
Summe (Klausur)	100	
Bonuspunkte (Übungsaufgaben)	14	
		Summe:
		Note:

Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe 1 (8+4 Punkte)

HEURISTISCHE SUCHE

Eine Heuristik h heißt *konsistent*, wenn gilt:

$$\begin{aligned} h(s) &= 0 && \text{für alle Zielzustände } s \\ h(s) &\leq c(s, s') + h(s') && \text{für alle Zustände } s \text{ mit Nachfolger } s' \end{aligned}$$

Dabei bezeichnet $c(s, s')$ die Kosten beim Übergang von s zu s' .

Zeigen Sie:

- (a) Jede konsistente Heuristik ist zulässig (*admissible*).
- (b) Nicht jede zulässige Heuristik ist konsistent.

Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe 2 (12 Punkte)

CONSTRAINT-SATISFACTION-PROBLEME

Betrachten Sie das Constraint-Satisfaction-Problem mit den Variablen v_1 , v_2 , v_3 und v_4 , jeweils mit Wertebereich $\{1, 2, 3, 4\}$ und den folgenden Constraints:

- C_1 : $v_3 < v_1$
- C_2 : $v_2 < v_3$
- C_3 : $v_4 = v_2 + 2$
- C_4 : $v_1 \neq v_4$

Stellen Sie für dieses Problem Kantenkonsistenz (*arc consistency*) her. Geben Sie dabei in jedem Schritt an, welche Werte Sie aus welcher Domäne streichen, und aufgrund welches Constraints dies geschieht. Geben Sie eine Lösung des Problems an.

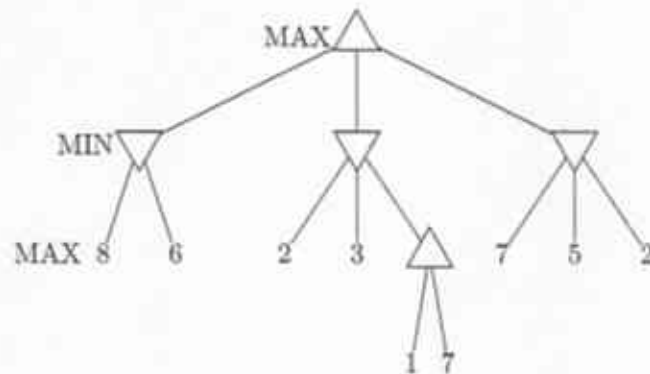
Name: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 3 (8+2+4 Punkte)

BRETTSPIELE

Betrachten Sie den folgenden Spielbaum für ein 2-Personen-Spiel:



- (a) Wenden Sie den α - β -Pruning-Algorithmus (von links nach rechts) auf den gegebenen Spielbaum an. Streichen Sie nicht-besuchte Teilbäume aus dem Originalbaum und tragen Sie die α - und β -Werte an den besuchten Knoten ein.
- (b) Welchen Zug würde MAX am Wurzelknoten wählen?
- (c) Ordnen Sie den Baum so um, dass der α - β -Pruning-Algorithmus jeden Knoten besuchen muss.

Name: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 4 (4+8 Punkte)

AUSSAGENLOGIK

Sei $\Phi = \{\neg C \vee E \vee D, E \vee \neg D, \neg B \vee \neg E, \neg A \vee B, \neg B \vee \neg F \vee C, \neg A \vee F\}$ und $\phi = \neg A$.

- (a) Geben Sie eine aussagenlogische Belegung v mit $v \models \Phi$ an.
- (b) Zeigen Sie mit Hilfe der Resolutionsmethode, dass $\Phi \models \phi$.

Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe 5 (8+4 Punkte)

PRÄDIKATENLOGIK

(a) Formalisieren Sie die folgenden beiden Aussagen in der Prädikatenlogik:

- Jeder Barbier rasiert alle Personen, die sich nicht selbst rasieren.
- Kein Barbier rasiert Personen, die sich selbst rasieren.

(b) Geben Sie die Klauselform für die Formeln an.

Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe 6 (7+4+1 Punkte)

ENTSCHEIDUNGSBÄUME

Ein Freund hat im letzten Monat acht Reisen durchgeführt. Sie haben die folgenden Reisedaten notiert und wollen daraus lernen, wann er das Auto als Verkehrsmittel wählt und wann den Zug.

Nr.	Entfernung	Gepäck	Anzahl Mitfahrer	Verkehrsmittel
1	0-20 km	viel	2	Auto
2	21-100 km	wenig	0	Zug
3	101-500 km	viel	1	Zug
4	0-20 km	viel	1	Auto
5	21-100 km	wenig	2	Auto
6	101-500 km	viel	2	Zug
7	101-500 km	wenig	0	Zug
8	0-20 km	viel	0	Auto

- (a) Geben Sie einen Entscheidungsbaum an, der für die gegebenen Beispiele anhand der Attribute *Entfernung*, *Gepäck* und *Mitfahrer* klassifiziert, ob das Auto als Verkehrsmittel gewählt wird oder nicht.
- (b) Leiten Sie aus Ihrem Entscheidungsbaum eine logische Formel ab, die genau dann wahr ist, wenn Ihr Freund den Zug wählt.
- (c) Formulieren Sie die Wahl des Verkehrsmittels in einem möglichst kurzen, natürlichsprachlichen Satz.

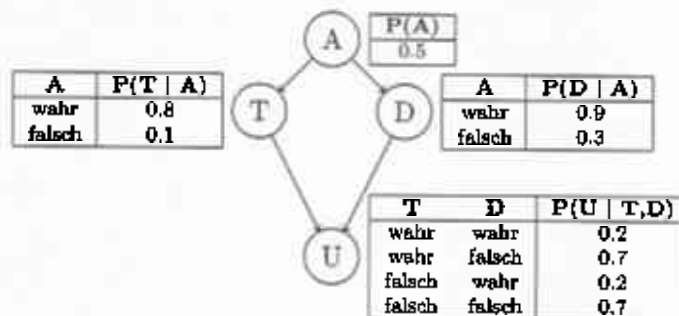
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe 7 (12+2 Punkte)

BAYESSCHE NETZE

Betrachten Sie das folgende Bayes'sche Netz:



Hierbei bezeichne

- U das Ereignis, dass ein Autofahrer im laufenden Jahr einen Unfall verursacht
- T gibt an ob er ein teures Fahrzeug besitzt
- D gibt an ob er eher defensiv fährt und
- A ist genau dann wahr, wenn der Fahrer älter als 50 Jahre ist.

Mittels der Formeln für Bayes'sche Netze können Sie berechnen, dass $P(U) = 0.4$ und $P(U|T) = 0.283$ ergibt. Es scheint also so zu sein, dass das Fahren eines teuren Autos die Unfallwahrscheinlichkeit reduziert.

- (a) Berechnen Sie $P(U|A)$ und $P(U|A, T)$ oder alternativ $P(U|\neg A)$ und $P(U|\neg A, T)$.
- (b) Was lässt sich aus diesen Ergebnissen über den Zusammenhang zwischen teuren Autos und dem Unfallrisiko aussagen?

Anmerkung: Dieses Szenario ist frei erfunden und beruht nicht auf tatsächlichen statistischen Daten.

Tipp: Verwenden Sie Brüche statt der Dezimaldarstellung der Werte um die Rechnungen zu vereinfachen.

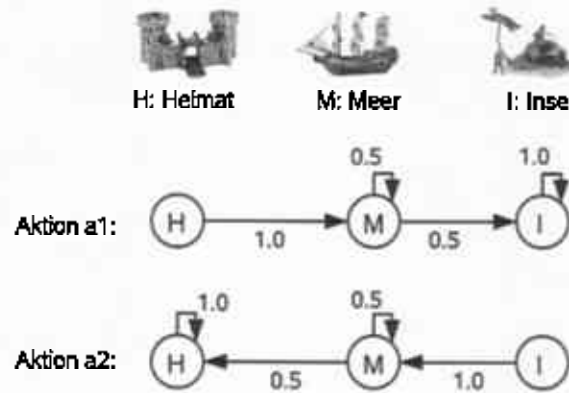
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe 8 (3+3+4+2 Punkte)

VALUE ITERATION

Betrachten Sie das folgende Markov-Entscheidungsproblem eines Piraten, der einen Goldschatz von einer Schatzinsel nach Hause transportieren möchte.



Der Pirat startet im Zustand **H** ohne Gold an Bord. Das offene Meer **M** kann er nur in 50% der Fälle in einem Schritt verlassen. Sobald er die Insel **I** erreicht, nimmt er automatisch das Gold auf. Erreicht er die Heimat **H** mit Gold (und nur dann) erhält er einen Reward von 100 und sein Abenteuer endet. Nehmen Sie $\gamma = 0.5$ als Discountfaktor an.

- (a) Geben Sie eine geeignete Menge von Zuständen an, durch die dieses Problem formalisiert werden kann.
- (b) Wie viele Dimensionen hat Ihr Zustandsraum?
- (c) Führen Sie die ersten drei Schritte des Value-Iteration Algorithmus durch, um eine erste Abschätzung für den Nutzen der einzelnen Zustände zu bekommen. Als Anfangsverteilung besitze das Ziel "Erreichen der Heimat mit Gold" den Nutzen 100 und alle anderen Zustände den Nutzen 0.
- (d) Geben Sie die optimale Policy für dieses Problem an.

Tip: Verwenden Sie Brüche statt der Dezimaldarstellung der Werte um die Rechnungen zu vereinfachen.