

## Klausur Künstliche Intelligenz Sommersemester 2005

Bearbeitung: 12.09.2005, 14.00-16.00 Uhr

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

Hauptfach, Nebenfach: \_\_\_\_\_

- Es sind **keine** Hilfsmittel zugelassen (Bücher, Skripte, Taschenrechner etc.).  
*This is a closed-book exam. Usage of books, lecture notes, pocket calculators etc. is not allowed.*
- Abschreiben oder der Versuch werden mit Ausschluss von der Klausur geahndet.  
*Cheating and attempted cheating will lead to disqualification from the exam.*
- Schreiben Sie Namen und Matrikelnummer auf jedes Blatt.  
*Write your name and matriculation number on each sheet.*

Aufgabe	Punkte	Erreichbar
1.1		8
1.2		6
2		6
3.1		5
3.2		5
3.3		2
3.4		3
4.1		6
4.2		2
4.3		4
5		5
6.1		6
6.2		9
6.3		6
7.1		4
7.2		5
7.3		3
8.1		4
8.2		3
9		8
Gesamt		100



Name: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 1 (8+6 Punkte)**

Betrachten Sie das Spielfeld aus dem bekannten Spiel *Minesweeper*. Ziffern zwischen 0-8 geben die *genaue* Anzahl der Minen in direkt benachbarten Felder an. Ausserhalb des gegebenen Spielfeldes und auf mit Ziffern gekennzeichneten Feldern liegen keine Minen. Auf jedem weiteren Feld liegt maximal eine Mine. Gesucht ist eine mit den Angaben konsistente Belegung des Spielfeldes mit Minen.

*Consider the board of the well known game Minesweeper. Numbers from 0-8 give the exact amount of mines in the neighbouring fields. Beyond the given board are no further mines. Each field of the board can contain maximally one mine. We are looking for a allocation of the board with mines consistent with the given information.*

1. Nehmen Sie an, dass die einzelnen Variablen mit ganzen Zahlen belegt werden. Formulieren sie das Problem als CSP indem sie jedes Constraint als einzelne Formel aufschreiben. Geben Sie die Definitionsbereiche der Variablen an.  
*Assume that variables are integer-valued. Formulate the given problem as CSP. Write down a formula for every constraint. Give the domains.*
2. Berechnen sie eine Lösung unter Verwendung von *Forward checking*.  
*Calculate an assignment using forward checking.*

A	B	C	D
0	E	1	F
G	H	K	L
M	2	2	N

Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe 2 (6 Punkte)**

Bei einem Gewitter gibt es häufiger Blitze. Wenn ein solcher Blitz in einem Wald einschlägt, kann das zu einem Waldbrand führen (es sei denn, es regnet zu stark). Oft entsteht ein Waldbrand aber auch nur durch die Unachtsamkeit der Touristen, die an einem Lagerfeuer feiern. Natürlich wird kaum ein Tourist feiern, wenn es regnet.

*In a thunderstorm there is lightning. If lightning strikes in the woods it can cause a forest fire (unless it rains too hard). But a forest fire is often just caused by the carelessness of tourists partying at a camp fire. Obviously, hardly a tourist will party if it rains.*

1. Modellieren Sie die Abhängigkeiten zwischen den Wahrscheinlichkeitsvariablen "Blitz", "Lagerfeuer", "Gewitter" und "Waldbrand" in einem Bayesschen Netz, d.h. wie würde der entsprechende gerichtete Graph aussehen?

*Model the dependencies between the probability variables "Lightning", "Camp fire", "Thunderstorm", and "Forest fire" in a Bayesian network, i.e. how would the directed graph look?*

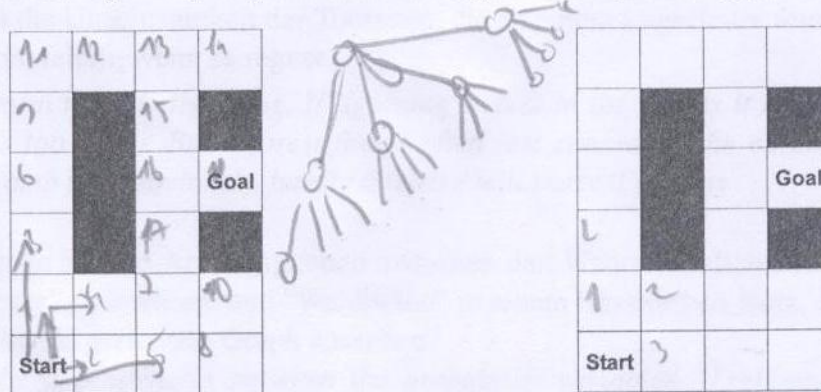


Name:

Matr.-Nr.:

### Aufgabe 3 (5+5+2+3 Punkte)

Angenommen, ein Agent soll einen Pfad vom Start zum Ziel in der folgenden Gitterwelt finden:  
 Assume an agent has to find a path from start to the goal in the following grid:



Nehmen Sie an, der Agent hat die vier möglichen Aktionen *N* (gehe nach Norden), *E* (gehe nach Osten), *S* (gehe nach Süden), *W* (gehe nach Westen) - in dieser Reihenfolge - im allgemeinen und eine Teilmenge davon an den Rändern (z.B. im Startzustand nur *N* und *E*).

Suppose the agent has the four possible actions *N* (go north), *E* (go east), *S* (go south), *W* (go west) (in this order!) in general and only a subset at the borders (so, e.g. for the start cell we only have *N* and *E*).

1. In welcher Reihenfolge würden die Zellen betrachtet werden, wenn wir Breitensuche anwenden? Markieren Sie (im **linken Feld**) jede Zelle mit der entsprechenden Zahl, angefangen mit 0 und einem Pfeil von der Expandierten Zelle in die neue Zelle.  
 In which order would the cells be visited if we apply breadth-first search? Mark (in the **left field**) each cell with the corresponding number starting with 0. Add an arrow from the expanded to the new cell.
2. Was passiert bei Tiefensuche? Markieren Sie entsprechend die Felder im **rechten Feld**.  
 What happens if we apply depth-first search? Mark the cells accordingly in the **right field**.
3. Wie lang ist der Weg vom Start für den jeweils ersten gefundenen Weg zum Ziel bei der Tiefensuche und bei der Breitensuche?  
 How long is the path from the start to the goal for the paths found first by depth-first-search and breadth-first-search?
4. Ist einer der beiden Wege optimal? Begründen Sie ihre Antwort ausführlich (maximal fünf Sätze).  
 Is any of the paths optimal? Justify your answer in detail.

**Hinweis:** Nehmen Sie an, dass bereits besuchte Zellen markiert werden, sodass keine Zelle mehrfach besucht wird.

**Note:** Assume that cells already visited are marked, so that no cell is visited more than once.



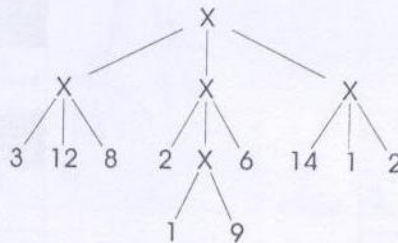
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe 4 (6+2+4 Punkte)**

Betrachten Sie den gegebenen Spielbaum. Nehmen Sie an, dass der erste Spieler der MAX-Spieler ist und die Blätter des Baums seinen Nutzwert (Utility) ausdrücken.

*Consider the game search tree in the figure below. Assume the first player is the MAX-player and the values at the leaves of the tree reflect its utility.*



1. Wenden Sie den  $\alpha$ - $\beta$ -pruning Algorithmus (von links nach rechts) auf dem gegebenen Spielbaum an. Streichen Sie nichtbesuchte Äste aus dem Originalbaum und tragen Sie die  $\alpha$  und  $\beta$  Werte der an den entsprechenden Knoten ein.

*Use the  $\alpha$ - $\beta$ -pruning algorithm (from left to right) on the given tree. Strike out unvisited branches of the given tree and enhance the nodes with their corresponding  $\alpha$  and  $\beta$  values.*

2. Welchen Zug würde MAX idealerweise wählen?

*Which move should MAX choose?*

3. Ordnen Sie den Baum so um, dass der  $\alpha$ - $\beta$ -pruning Algorithmus jeden der Äste besuchen muss.

*Reorder the tree such that the  $\alpha$ - $\beta$ -pruning algorithm has to visit every branch.*

Name: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 5 (5 Punkte)**

Betrachten Sie die folgenden bedingten Wahrscheinlichkeitsverteilungen:

*Consider the following conditional probability distributions:*

		<b>P(A)</b>	
		$A = \text{true}$	$A = \text{false}$
		0.1	0.9
	<b>P(B A)</b>		
	$B = \text{true}$ $B = \text{false}$		
$A = \text{true}$	0.8   0.2		
$A = \text{false}$	0.1   0.9		

		<b>P(C A)</b>	
		$C = \text{true}$	$C = \text{false}$
$A = \text{true}$	0.3   0.7		
$A = \text{false}$	0.8   0.2		

1. Berechnen Sie unter Zuhilfenahme der gegebenen Tabellen  $P(B = \text{true} | C = \text{true})$ .  
*Calculate  $P(B = \text{true} | C = \text{true})$  using the given conditional probability distributions.*



Name: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 6 (6+9+6 Punkte)**

Jeder der alle Tiere liebt wird von jemandem geliebt. Jeder der ein Tier tötet wird von niemandem geliebt. Jack liebt alle Tiere. Entweder Jack oder Neugier tötete die Katze mit dem Namen Tuna.

*Everyone who loves all animals is loved by someone. Anyone who kills an animal is loved by no one. Jack loves all animals. Either Jack or Curiosity killed the cat, who is named Tuna.*

1. Transformieren Sie die Aussagen in Prädikatenlogik erster Stufe.  
*Transform the sentences into first-order predicate logic (PL1).*
2. Überführen Sie obige Ausdrücke in die Klauselform.  
*Transform the result from (1) into the clausal form.*
3. Beweisen Sie mit Hilfe der Resolution, dass die Katze an Neugier starb.  
*Prove by resolution that Curiosity killed the cat.*

**Aufgabe 7 (4+5+3 Punkte)**

Die Abbildung zeigt ein bekanntes Problem aus der *Blocksworld*. In (a) ist der Ausgangszustand dargestellt und in (b) der Zielzustand. Wir verwenden die in der Vorlesung erwähnten Prädikate  $Clear(x)$ ,  $On(x, y)$  und  $OnTable(x)$ , um den Zustand zu beschreiben.

The figure below shows a well-known problem from the blocksworld. (a) shows the starting state and (b) the goal state. We use the predicates introduced in the lecture, namely  $Clear(x)$ ,  $On(x, y)$ , and  $OnTable(x)$ , to describe states.

1. Beschreiben Sie den Zielzustand und den Ausgangszustand mit den Prädikaten  $Clear(x)$ ,  $On(x, y)$  und  $OnTable(x)$ .

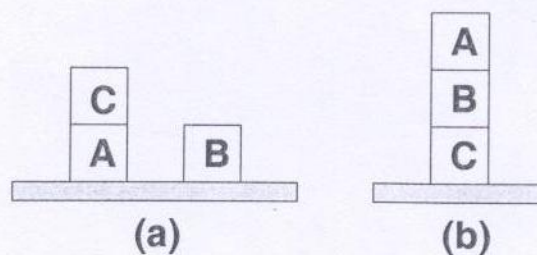
Describe the goal state and the starting state with the predicates  $Clear(x)$ ,  $On(x, y)$ , and  $OnTable(x)$

2. Definieren Sie in STRIPS zwei Operatoren  $Stack(x, y)$  und  $Unstack(x, y)$ . Mit  $Stack(x, y)$  soll ein Block  $x$  vom Tisch auf einen Block  $y$  gelegt werden, mit  $Unstack(x, y)$  soll ein Block  $x$ , der auf einem Block  $y$  liegt, auf den Tisch gelegt werden.

Define two operators  $Stack(x, y)$  and  $Unstack(x, y)$  using the STRIPS language.  $Stack(x, y)$  is used to move a block  $x$  from the table on top of a block  $y$ ,  $Unstack(x, y)$  is used to move a block  $x$  from a block  $y$  to the table.

3. Definieren Sie einen Operator  $Move(x, y, z)$ , mit dem ein Block  $x$ , auf dem sich kein weiterer Block befindet, von einem Block  $y$  auf einen freien Block  $z$  gestellt wird. Verwenden Sie dazu die Operatoren  $Stack$  und  $Unstack$  aus der vorhergehenden Aufgabe.

Define an operator  $Move(x, y, z)$  which is used to move a block  $x$ , which has no other block on top of it, from a block  $y$  on top of a block  $z$ . Use  $Stack(x, y)$  and  $Unstack(x, y)$  from the previous question.





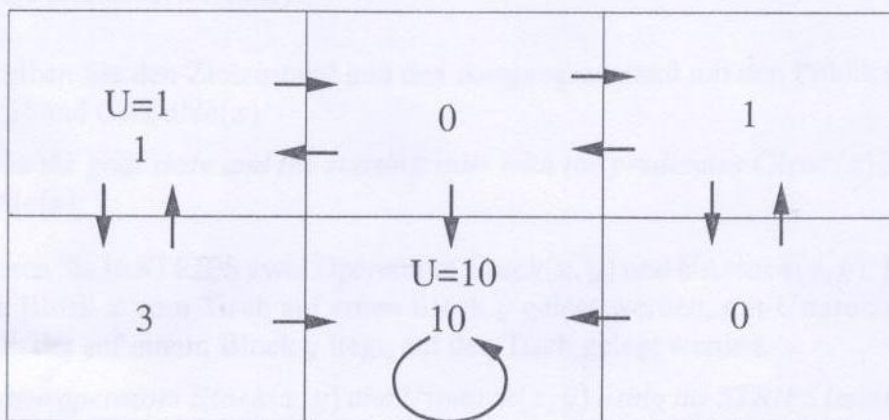
Name:

Matr.-Nr.:

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

Betrachten Sie die Gitterwelt in der untenstehenden Abbildung. Jeder Zustand ist mit der direkten Belohnung beschriftet, die man für das Erreichen des Zustandes erhält. Die Pfeile stellen mögliche Aktionen dar.

Consider the grid world shown below. Each state is numbered with the immediate reward gained for reaching this state. The arrows correspond to actions that can be taken.



1. Schreiben Sie die deterministische Version der Bellman-Gleichung für den oberen mittleren Zustand auf.

Write down the deterministic version of the Bellman equation for the upper middle state.

2. Betrachten Sie die Nutzenwerte ( $U$ ) für den unteren mittleren und den oberen linken Zustand. Nehmen Sie einen Discountfaktor von 0.8 und ein deterministisches Modell an und aktualisieren Sie den Nutzenwert für den unteren linken Zustand. Schreiben Sie *alle* Berechnungen auf, die dafür durchgeführt werden müssen. Was ist die beste Aktion im unteren linken Zustand, ausgehend vom aktualisierten Nutzenwert?

Consider the utilities ( $U$ ) shown for lower middle and upper left state, respectively. Assuming a discount factor of 0.8 and a deterministic model, update the utility of the lower left state. Write down all calculations that have to be performed. Based on the updated utility, what would be the best action to take in the lower left state?

Name: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

### Aufgabe 9 (8 Punkte)

Entscheidungsbäume können die "alle-ausser-einem" Funktion darstellen, welche genau dann *true* ist, wenn alle bis auf eine der booleschen Variablen  $X_i$ , ( $i = 1, \dots, n$ ) *true* sind.

*Decision trees can represent the "all-but-one" function, which is true if all but one of the boolean variables  $X_i$ , ( $i = 1, \dots, n$ ) are true.*

1. Können Entscheidungsbäume die "alle-ausser-einem" Funktion mit einer *polynomiellen* Anzahl an Knoten in  $n$  darstellen? Antworten Sie mit **Ja** oder **Nein**. Begründen Sie kurz Ihre Antwort.

*Can Decision Trees represent the "all-but-one" function using a number of nodes which is polynomial in  $n$ ? Answer with **yes** or **no**. Explain your answer.*