



Universität Koblenz-Landau  
Fachbereich Informatik

**Klausur**

***Einführung in die Künstliche Intelligenz /  
Künstliche Intelligenz für IM***

WS 2003/2004

Jun.-Prof. Dr. B. Beckert

21. Februar 2004

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

**Matrikel-Nr.:** \_\_\_\_\_

**Studiengang:**  Informationsmanagement (Bachelor)  
 Informatik (Diplom)  
 Anderer: \_\_\_\_\_

**Freiversuch:**  ja  nein **Wenn Sie hier nichts ankreuzen,  
gilt das als „nein“**

A1 (8)	A2 (17)	A3 (10)	A4 (10)	A5 (10)	A6 (5)	Σ (60)

**Bewertungstabelle bitte frei lassen !!!**

**Zum Bestehen der Klausur benötigen Sie 20 der erreichbaren 60 Punkte.**



**Wichtiger Hinweis:**

**Bei Ankreuzaufgaben wird für falsche Kreuze ein Punkt abgezogen!**

**Dabei werden insgesamt jedoch keinesfalls weniger als 0 Punkte für die jeweilige Teilaufgabe vergeben.**



## 1 Einführung (3 + 5 Punkte)

a) (3 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

Rationales Verhalten setzt voraus, dass der Agent logisch denkt.	richtig <input type="checkbox"/> falsch <input checked="" type="checkbox"/>
Eine Aktion ist rational, wenn sie unter Berücksichtigung der bis dahin gemachten Beobachtungen den zu erwartenden Gewinn (das <i>performance measure</i> ) maximiert.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
Mit seinem Gedankenexperiment <i>Chinese Room</i> wollte Searle zeigen, dass es unmöglich ist, ein KI-System zu bauen, das chinesische Texte ins Englische übersetzt.	richtig <input type="checkbox"/> falsch <input checked="" type="checkbox"/>

b) (5 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

**KI-Systeme sind nach heutigem Stand der Technik in der Lage, ...**

auf Weltmeister-Niveau Schach zu spielen.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
den Turing-Test zu bestehen.	richtig <input type="checkbox"/> falsch <input checked="" type="checkbox"/>
die schnellste Zugverbindung für eine Fahrt zwischen zwei beliebigen deutschen Großstädten zu ermitteln.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
ein Auto rückwärts in eine Parklücke einzuparken.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
ein lustiges Wortspiel, das auf der Mehrdeutigkeit von Wörtern beruht, von einer Sprache in eine andere zu übertragen.	richtig <input type="checkbox"/> falsch <input checked="" type="checkbox"/>



## 2 Suchen (3 + 4 + 10 Punkte)

a) (3 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

**Der Zeitaufwand einer Suche ist – unabhängig vom verwendeten Suchverfahren – proportional zu ...**

der Zahl der Knoten im Suchraum, die besucht werden, bis eine Lösung gefunden ist.	richtig <input checked="" type="checkbox"/>
	falsch <input type="checkbox"/>
der Länge des längsten durchsuchten Pfades im Suchraum.	richtig <input type="checkbox"/>
	falsch <input checked="" type="checkbox"/>
dem für die Suche verwendeten Speicherplatz.	richtig <input type="checkbox"/>
	falsch <input checked="" type="checkbox"/>

b) (4 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

Mit $\alpha$ - $\beta$ -Pruning verdoppelt sich in etwa die Tiefe des Suchraumes, der in bestimmter Zeit durchsucht werden kann.	richtig <input checked="" type="checkbox"/>
	falsch <input type="checkbox"/>
Min-Max-Suche findet mit und ohne $\alpha$ - $\beta$ -Pruning – bei gleichbleibender Suchtiefe – die gleiche Antwort (d. h. den gleichen optimalen Spielzug).	richtig <input checked="" type="checkbox"/>
	falsch <input type="checkbox"/>
Wie lange es dauert, mit $A^*$ -Suche eine Lösung zu finden, hängt in hohem Maße von der verwendeten Heuristikfunktion ab.	richtig <input checked="" type="checkbox"/>
	falsch <input type="checkbox"/>
Ob die mit $A^*$ -Suche gefundene Lösung optimal ist, hängt von der verwendeten (zulässigen) Heuristikfunktion ab.	richtig <input type="checkbox"/>
	falsch <input checked="" type="checkbox"/>





c) (10 Punkte)

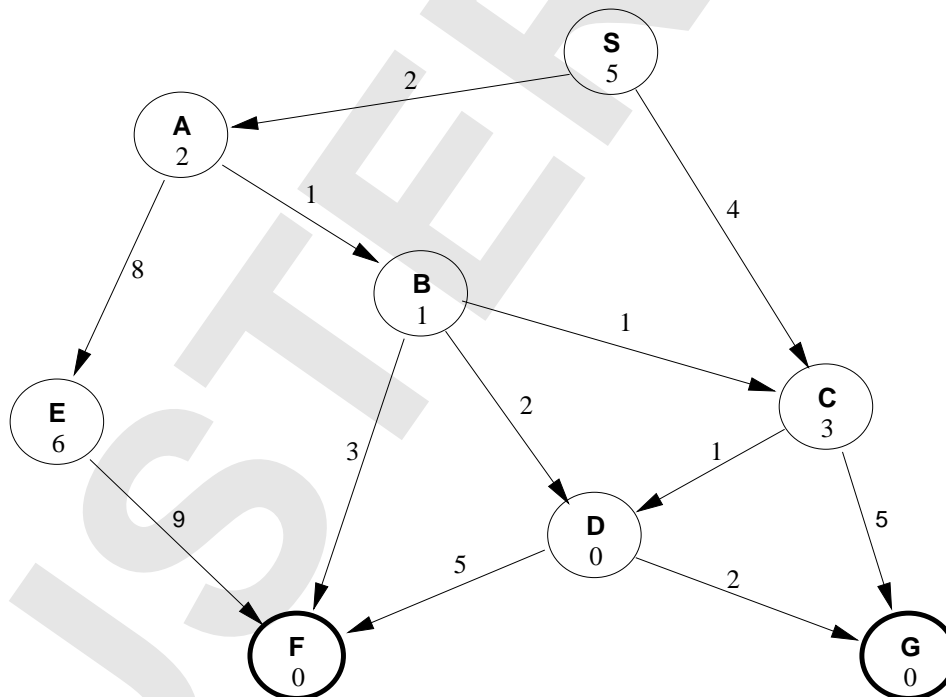
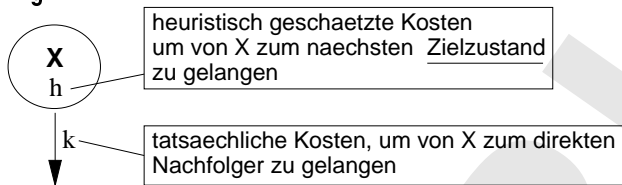
Betrachten Sie den folgenden Suchraum. Der initiale Zustand ist der Knoten S (ganz oben). Zielzustände sind durch Knoten mit dickerer Umrandung repräsentiert.

Geben Sie – für jede der unten aufgeführten Suchstrategien – den zuerst gefundenen Zielzustand und die Reihenfolge an, in der die Knoten expandiert werden.

Ein Knoten gilt als expandiert, wenn er als Zielzustand erkannt bzw. seine Kindknoten zur Liste der noch zu untersuchenden Knoten hinzugefügt worden sind. Kein Knoten soll mehr als einmal expandiert werden.

Bei Breiten- und Tiefensuche werden die Kinder eines Elternknotens von links nach rechts expandiert.

Legende:



**Tiefensuche**

Erreichter Zielzustand: F Reihenfolge: S,A,E,F

**Breitensuche**

Erreichter Zielzustand: G Reihenfolge: S,A,C,E,B,D,G

**Uniform-Cost-Suche**

Erreichter Zielzustand: F Reihenfolge: S,A,B,C,D,F

**A\*-Suche**

Erreichter Zielzustand: F Reihenfolge: S,A,B,D,F



### 3 Aussagenlogik (6 + 2 + 2 Punkte)

a) (6 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

Es gibt aussagenlogische Formeln, die erfüllbar ( <i>satisfiable</i> ) und zugleich allgemeingültig ( <i>valid</i> ) sind.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
Jede aussagenlogische Formel, die allgemeingültig ( <i>valid</i> ) ist, ist auch erfüllbar ( <i>satisfiable</i> ).	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
Jede unerfüllbare aussagenlogische Formel ist logisch äquivalent zu der Formel $p \wedge \neg p$ .	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
Eine Formel ist genau dann in konjunktiver Normalform, wenn sie keine Disjunktionen enthält.	richtig <input type="checkbox"/> falsch <input checked="" type="checkbox"/>
Es gibt Kalküle, die korrekt und vollständig sind.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
Seien $KB, KB'$ beliebige Mengen aussagenlogischer Formeln und $A$ eine beliebige aussagenlogische Formel. Dann gilt: Falls $KB \subseteq KB'$ und $KB \models A$ , dann $KB' \models A$	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>

b) (2 Punkte)

Wie lautet die de Morgansche Regel, die erlaubt, aussagenlogische Formeln zu vereinfachen? Es genügt, wenn Sie eine der beiden Varianten angeben.

**Lösung:**

$$\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$$

c) (2 Punkte)

Formen Sie die Formel

$$\neg((P \Rightarrow Q) \Rightarrow \neg(P \vee \neg Q))$$

in Klauselnormalform um. Sie müssen dabei nicht alle Zwischenschritte angeben.

**Lösung:**

$$\begin{aligned} \neg((P \Rightarrow Q) \Rightarrow \neg(P \vee \neg Q)) &\equiv \\ (P \Rightarrow Q) \wedge (P \vee \neg Q) &\equiv \\ (\neg P \vee Q) \wedge (P \vee \neg Q) & \end{aligned}$$



#### 4 Prädikatenlogik (3 + 7 Punkte)

a) (3 Punkte)

Geben Sie eine prädikatenlogische Formel  $F$  an, die die folgende Aussage formalisiert:

*Jede Person sieht eine andere Person.*

**Hinweis:**

Verwenden Sie

- das einstellige Prädikat  $p$  (für „ist Person“) und
- das zweistellige Prädikat  $s$  (für „sieht“).

**Lösung:**

Zusätzlicher Hinweis: Die Aussage ist so zu verstehen, dass mindestens eine Person gesehen wird. Und dass diese Person eine “andere” Person ist, ist unwichtig.

$$\forall x (p(x) \Rightarrow \exists y (p(y) \wedge s(x,y)))$$

b) (7 Punkte)

Zeigen Sie, dass folgende Formel  $G$  *keine* korrekte Formalisierung der Aussage aus Teilaufgabe a ist:

$$\forall x \exists y ((p(x) \wedge p(y)) \Rightarrow s(x,y))$$

Geben Sie dazu ein prädikatenlogisches Modell an, in dem

- Ihre Formel  $F$  aus Teilaufgabe a *falsch* ist und
- die Formel  $G$  *wahr* ist.

Begründen Sie kurz, warum das von Ihnen angegebene Modell diese Eigenschaft hat.

**Hinweis:**

Das Modell sollte nicht mehr als zwei Elemente haben.

**Lösung:**

Das Universum  $U$  des Modells bestehe aus den beiden Elementen  $a$  und  $b$ .

Die Interpretation  $I$  des Modells sei gegeben durch:

$$\begin{aligned} p^I &= \{a\} \\ s^I &= \{(a,b)\} \end{aligned}$$

Die Formel  $F$  ist in diesem Modell falsch, weil die Person  $a$  keine andere Person sieht. Formaler: Wenn man die allquantifizierte Variable  $x$  mit  $a$  belegt, wird die Prämisse der Implikation wahr, es gibt aber keine Belegung der existenzquantifizierten Variablen  $y$ , so dass die Konklusion der Implikation wahr wird.

Die Formel  $G$  ist in diesem Modell wahr, weil man die existenzquantifizierte Variable  $y$  mit  $b$  belegen kann, was dazu führt, dass die Prämisse der Implikation (für alle Belegungen von  $x$ ) falsch wird und damit die gesamte Formel wahr.



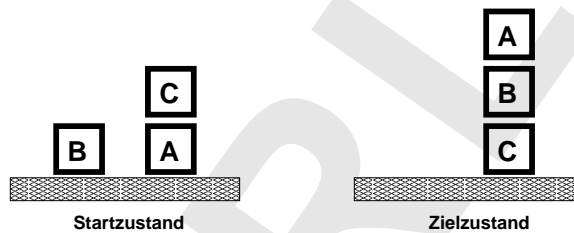
### 5 Planen (10 Punkte)

Die folgenden beiden STRIPS-Operatoren seien gegeben (dies sind Standard-Operatoren der *Blocks world*).

Action:  $putOn(x,y)$   
 Precond:  $clear(x) \wedge on(x,z) \wedge clear(y)$   
 Effect:  $on(x,y) \wedge clear(z) \wedge \neg on(x,z) \wedge \neg clear(y)$

Action:  $putOnTable(x)$   
 Precond:  $clear(x) \wedge on(x,z)$   
 Effect:  $on(x,Table) \wedge clear(z) \wedge \neg on(x,z)$

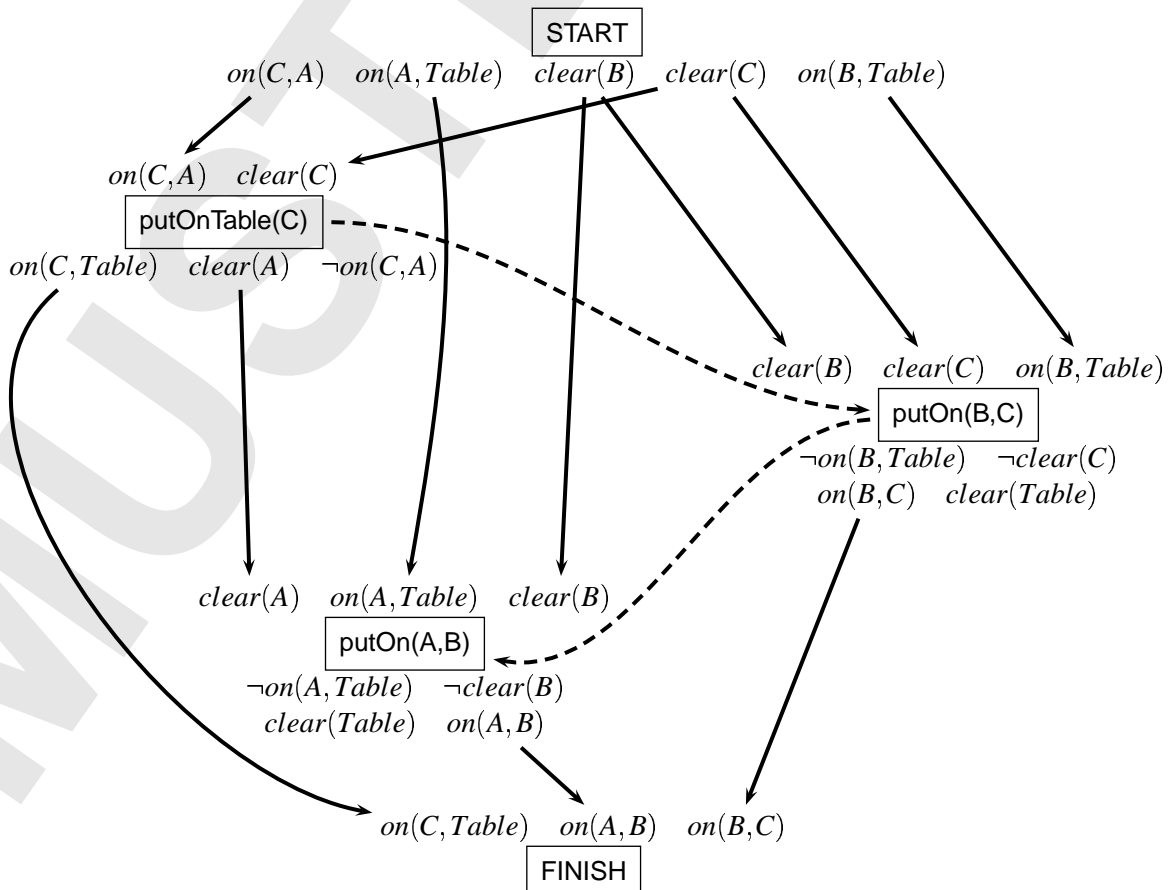
Gegeben seien folgende Start- und Zielzustände:



Verwenden Sie den POP-Algorithmus, um den unten dargestellten partiellen Plan zu vervollständigen.

**Hinweis:**

Zeichnen Sie neben den notwendigen zusätzlichen Aktionen auch deren Vorbedingungen (*preconditions*) und Effekte sowie die kausalen Links und die zur Beseitigung von Clobberings notwendigen Ordnungsconstraints (*ordering constraints*) ein.







## 6 Verschiedenes (5 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

Ein Attribut ist dann besonders geeignet als erstes (d. h. an der Wurzel) in einem Entscheidungsbaum verwendet zu werden, wenn es die Beispielmenge in möglichst <i>gleich</i> große Teilmengen teilt.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
Für einen Agenten, der in einer unbekanntem Umgebung agieren soll, ist Lernfähigkeit sehr wichtig.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
<i>Ockham's Razor</i> besagt: Man soll diejenige Hypothese wählen, die am konsistentesten ist mit den Beobachtungen bzw. Lernbeispielen.	richtig <input type="checkbox"/> falsch <input checked="" type="checkbox"/>
Ein wesentliches Problem bei der Spracherkennung ist die häufig auftretende syntaktische und/oder semantische Mehrdeutigkeit ( <i>ambiguity</i> ) natürlicher Sprache.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>
Ein wesentlicher Schritt bei der Bilderkennung ist die Kanten-Detektion.	richtig <input checked="" type="checkbox"/> falsch <input type="checkbox"/>

