Prozeßdatenverarbeitung und Robotik 3 Wintersemester 1993/94

Hauptklausur

Name: _____

Matr.-Nr.: _____

Studiengang:

O Informatik StuPO90 O Techno-und Wirtschaftsmathematik

O Elektrotechnik O Informationstechnik im Maschinenwesen

Informatik PO A mit O Übungsklausur O Prüfungsklausur

_____

Unterschrift

Bestätigen Sie Ihre Angaben bitte mit einer Unterschrift, mit der sie außerdem an Eides Statt versichern, daß Sie im Fach PDVROB 3 noch keine Prüfungs- bzw. Übungsleistung erbracht haben. Klausuren, bei denen die verlangten Angaben fehlen, werden *nicht gewertet*.

Bitte sauber und *nicht* mit rotem Stift schreiben! Die Fragen sind genau und in gebotener Kürze (wo möglich: *Stichworte*) zu beantworten. Die Antworten sind auf die Teilfragen zu beziehen. Sowohl Vorder- als auch Rückseite der Aufgabenblätter können zur Beantwortung der Fragen verwendet werden. Weitere Blätter werden bei Bedarf von den Betreuern ausgeteilt. Schreiben Sie auf jedes Blatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer! Bitte vergewissern Sie sich, daß alle Blätter vorhanden sind. Es werden sechs Aufgaben gestellt, die alle zu bearbeiten sind.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe	Note
Punkte								

Aufgabe 1: AdaIR (20 Punkte)

Auf einem Tisch befinden sich in Reichweite eines Roboters vom Typ RV-M1 drei Klötze A, B und C. Die Klötze besitzen alle dieselbe Größe. Anfangs liegen Klotz A und B auf dem Tisch, C liegt auf A.
Klotz A soll bleiben, wo er ist, Klotz B soll vom Roboter (direkt) auf A gestellt werden und C auf den Bauklotz B.
Schreiben Sie ein AdaIR-Programm, das geeignete Greiferstellungen über die Software-Teachbox einliest. Hiermit sollen die Stellungen zum Aufnehmen und Ablegen der Klötze berechnet und in einer Bahn abgespeichert werden. Anschließend soll diese Bahn abgefahren werden.

Aufgabe 2: Grundlagen Prolog (15 Punkte)

a) Beschreiben Sie kurz die Funktion des folgende Prolog Prädikats p00.

```
p00(X,[X|Xs]).
p00(X,[Y|Ys]) :- p00(X,Ys).
```

b) Gegeben ist das Prädikat p00 wie unter Punkt a). Welche Antworten liefert der Prolog-Interpreter auf folgende Anfrage?

```
?- p00(on(A,C),[handempty, on(a,b), on(b,c), ontable(a)]).
```

c) Die Funktion p00 wird im folgenden Beispiel für eine besondere Funktion p01 eingesetzt. Setzten Sie überall dort einen grünen Schnittoperator ein, wo dies möglich ist. (Grüne Schnittoperatoren ändern die logische Semantik des Programms nicht.). Begründen Sie kurz, warum die logische Semantik des Programms nicht verändert wird.

```
p01(on(A,C),X) :- p00(on(A,Z),X), p00(on(Z,C),X).
p01(handempty,X) :- p00(handempty,X), p00(ontable(A),X).
p01(on(A,C),X) :- p00(on(A,C),X), p00(ontable(C),X).
```

d) Welche Lösungen findet der Prologinterpreter nach dem folgenden Aufruf, nachdem der Schnittoperator aus Punkt c) einfügt wurde?

```
?- p01(on(A,B), [on(a,b), on(c,b),ontable(b)]).
```

e) Wie lautet die Antwort des Prolog-Interpreters auf folgende Anfrage?

```
?- p01(stack(A,B), [ontable(B), holding(A),clear(C)]).
```

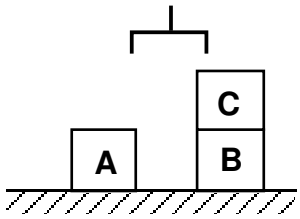
Aufgabe 3: STRIPS und ABSTRIPS (20 Punkte)

Alle Fragen dieser Aufgabe zur Klötzchenwelt beziehen sich auf die in den Vorlesungsunterlagen angegebenen Operatoren von STRIPS bzw. ABSTRIPS.

a) Ist der in der Vorlesung vorgestellte Planungsalgorithmus von STRIPS vorwärts oder rückwärts gerichtet? (Begründung!)

b) Planen Sie mit Hilfe des STRIPS-Algorithmus ausgehend von der im Bild angegebenen Startstellung die Operatoren, die zu einem Zustand führen, in dem das Ziel

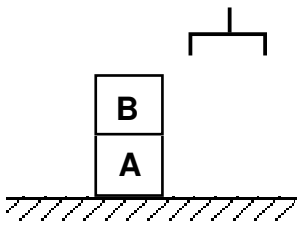
`[ontable(C) ∧ on(A,C)∧ clear(A)]` erfüllt ist.
Geben Sie dazu jeweils den Zielkeller und den aktuellen Zustand direkt vor der Anwendung eines Operators an. Sich wiederholende Teile des Zielkellers sind nicht jedesmal anzugeben.



Startsituation

c) Wie lautet Ihr gefundener Plan ?

c) Gegeben ist der Startzustand



Startsituation

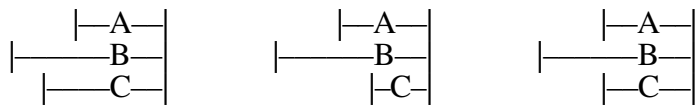
und die Zielbeschreibung `[ON(A,B) ∧ handempty]`.
Entwickeln Sie den Plan, den ABSTRIPS nach der obersten Planungsebene (Ebene 3) liefern würde. Geben Sie wie in Aufgabenteil (b) die aktuellen Zustände und die Zielkeller an.

d) Ergänzen Sie nun Ihren Plan aus Aufgabenteil (c). Wie lauten die Zustandsbeschreibung und der Zielkeller direkt vor Ausführung des ersten Operators in der zweitobersten Planungsebene (Ebene 2)?

Aufgabe 4: Temporale Logik (15 Punkte)

1. In den folgenden Teilaufgaben gelten jeweils die zwischen den Intervallen A und B bzw. B und C angegebenen Beziehungen. Stellen Sie alle möglichen zeitlichen Relationen zwischen A, B und C graphisch dar. Geben Sie zusätzlich die Beziehung zwischen A und C an, die aus den angegebenen Relationen folgt.

Beispiel: A (f) B (fi) C



A (f fi =) C

(Ende des Beispiels)

a) A (>) B (mi) C

A C

b) A (di)B (si) C

A C

c) A (o) B (o) C

A C

2.)

a) Stellen Sie in der Notation der temporalen Logik dar, daß das Intervall A nach Intervall B beginnt.

A B

b) Stellen Sie in der Notation der temporalen Logik dar, daß das Ende von Intervall A mit dem von Intervall B übereinstimmt.

A B

Aufgabe 5: (Bewegungsbahnen) (15 Punkte)

Hinweis:
Die in dieser Aufgabe verwendeten Notationen und Bezeichnungen beziehen sich auf die Vorlesungsunterlagen.

Für das Gelenk A eines Roboters soll eine 4-3-4 Bewegungsbahn geplant werden. Für diese Bewegungsbahn gilt die nützliche **Bedingung $\sigma=0$** und die folgenden Parameter:

Punkt	**Zeit τ** [s]	**Position** [°]	**Geschwindigkeit** [°/s]	**Beschleunigung** [°/s²]
Start	0	0	0	0
Abrückstellung	1	2	8	24
Annäherungsstellung	2	14	8	-24
Ziel	3	16	0	0

a) Bestimmen Sie die folgenden Parameter:

i	**δ_i**	**t_i**
1		
2		
3		

b) Für eine 4-3-4 Bahnbewegung sind die Bestimmungsgleichungen $s_1(t)$, $s_2(t)$ und $s_3(t)$bekannt (siehe Skript Bewegungsbahnen Folie 18 und 19). Bestimmen Sie für die in der Tabelle oben festgelegten Bewegungsbahn die folgenden Funktionen:

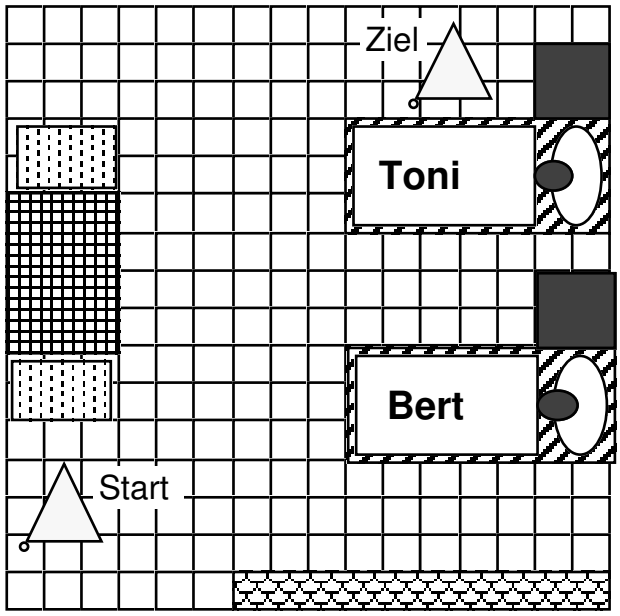
$s_1(t) =$	$s_2(t) =$
$v_1(t) =$	$v_2(t) =$
$a_1(t) =$	$a_2(t) =$

c) Für Gelenk A muß laut technischer Spezifikation die Beschleunigung im Intervall $-20°/s^2 <= a <= 50°/s^2$ liegen. Kann Gelenk A die beiden ersten Bahnintervalle der oben festgelegten Bewegungsbahn abfahren? Begründen Sie kurz Ihre Antworten.

Aufgabe 6 (Kollisionsvermeidung) (20 Punkte)

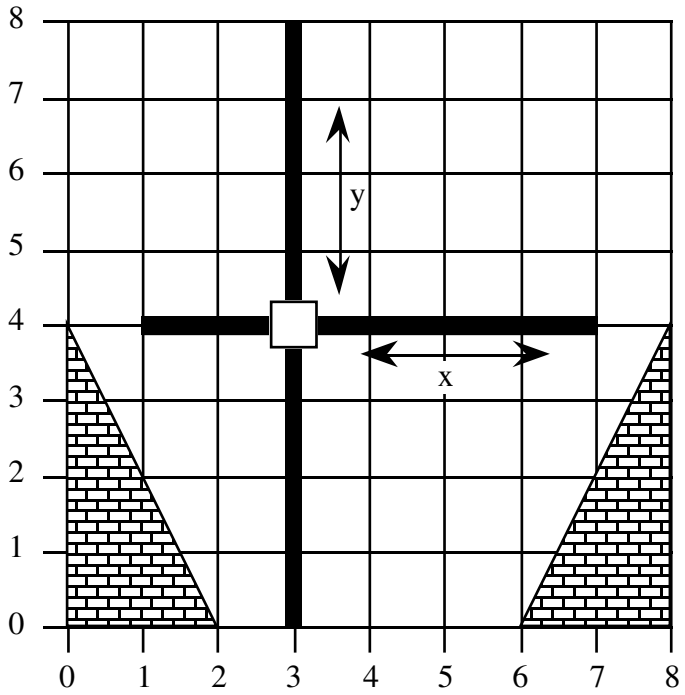
Der altmodische Roboter René hat den Auftrag, eine Tasse Kaffee kollisionsfrei an das Krankenbett von Toni zu bringen. Wie das bei seiner Generation so ist, kann René sich noch nicht drehen.

a) Bestimmen Sie für René die Konfigurationshindernisse.

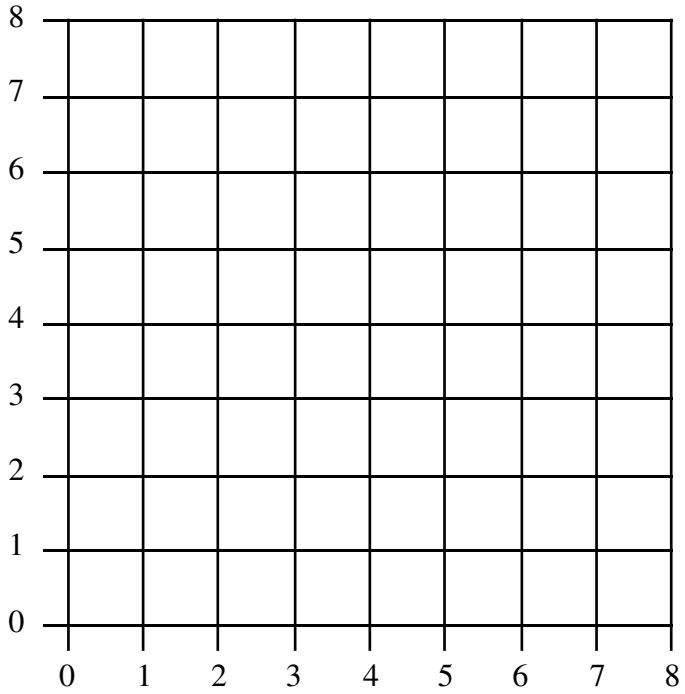


b) Zeichnen Sie den Sichtbarkeitsgraphen ein.

c) Gegeben ist der folgende Roboter mit 2 Freiheitsgraden:



Nur der horizontale Arm des Roboters kann sich translatorisch in x- und in y-Richtung bewegen. Der vertikale Arm bleibt immer statisch in derselben Lage. Auf der Zeichnung befindet sich der Roboter in der Konfiguration (0,0). Zeichnen Sie den Konfigurationsraum mit den Konfigurationsraumhindernissen.



d) Wieviele Dimensionen hat der Konfigurationsraum eines roten Roboters mit zwei Drehgelenken und fünf Schubgelenken in einem 3-dimensionalen Arbeitsraum? Begründen Sie kurz Ihre Antwort.

e) Wieviele Dimensionen besitzt der Konfigurationsraum einer schönen heißen Tasse Kaffee, wenn Sie von einem Roboter während der Klausur an einem beliebigen Punkt des Hörsaals serviert werden soll? Es soll kein Kaffee verschüttet werden, daher wird die Tasse immer absolut waagerecht getragen. Begründen Sie kurz Ihre Antwort.

f) Wieviele Dimensionen besitzt der Konfigurationsraum eines großen bunten Luftballons, der still in der Luft steht und von einem Roboter um die Längsachse gedreht wird?