

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. Setzen 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) eingefügt 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)

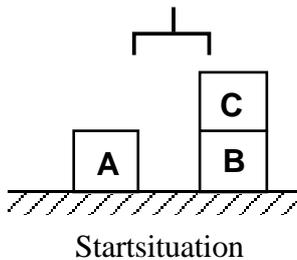
Alle Fragen dieser Aufgabe zur Klötzchenwelt beziehen sich auf die in den Vorlesungsunterlagen angegebenen Operatoren von STRIPS bzw. ABSTRIPS.

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

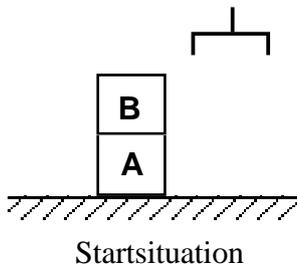
$[ontable(C) \wedge on(A,C) \wedge clear(A)]$ erfüllt ist.

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.



c) Wie lautet Ihr gefundener Plan ?

c) Gegeben ist der Startzustand



und die Zielbeschreibung $[ON(A,B) \wedge handempty]$.

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.

Name:

Matrikelnummer:

Seite 5 von 11

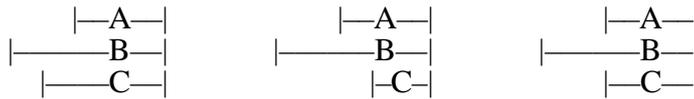
- d) Ergänzen Sie nun Ihren Plan aus Aufgabenteil (c). Wie lauten die Zustandsbeschreibung und der Zielkeller direkt vor Ausführung des ersten Operators in der zweitobersten Planungsebene (Ebene 2)?

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 [°/s ²]
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_j
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:

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

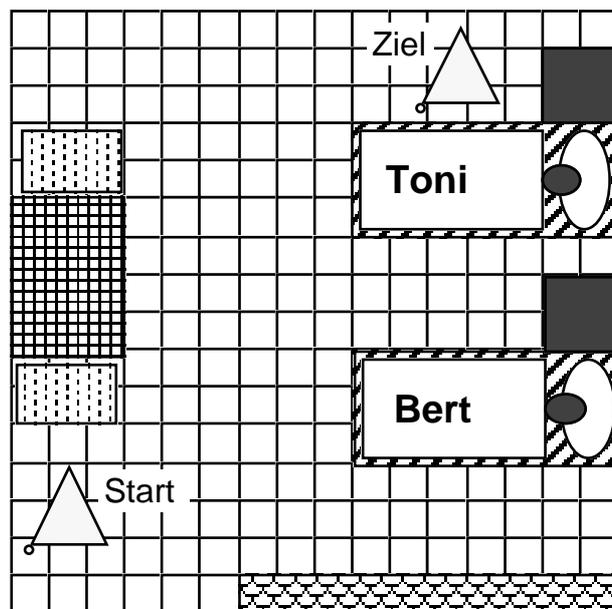
c) Für Gelenk A muß laut technischer Spezifikation die Beschleunigung im Intervall $-20^\circ/s^2 \leq a \leq 50^\circ/s^2$ liegen. Kann Gelenk A die beiden ersten Bahnintervalle der oben festgelegten Bewegungsbahn abfahren? Begründen Sie kurz Ihre Antworten.

Aufgabe 6 (Kollisionsvermeidung)

(20 Punkte)

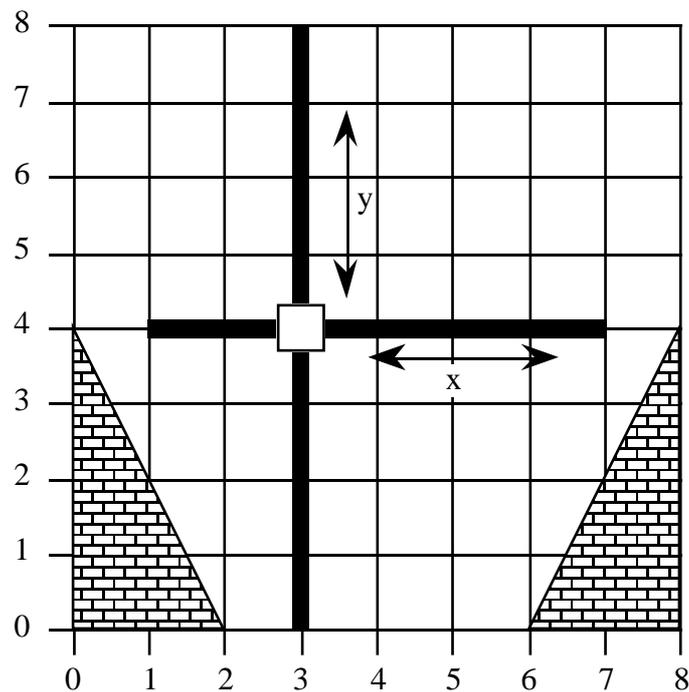
Der altmodische Roboter René hat den Auftrag, eine Tasse Kaffee kollisionsfrei an das Krankenbett von Toni zu bringen. Wie das bei seiner Generation so ist, kann René sich noch nicht drehen.

a) Bestimmen Sie für René die Konfigurationshindernisse.

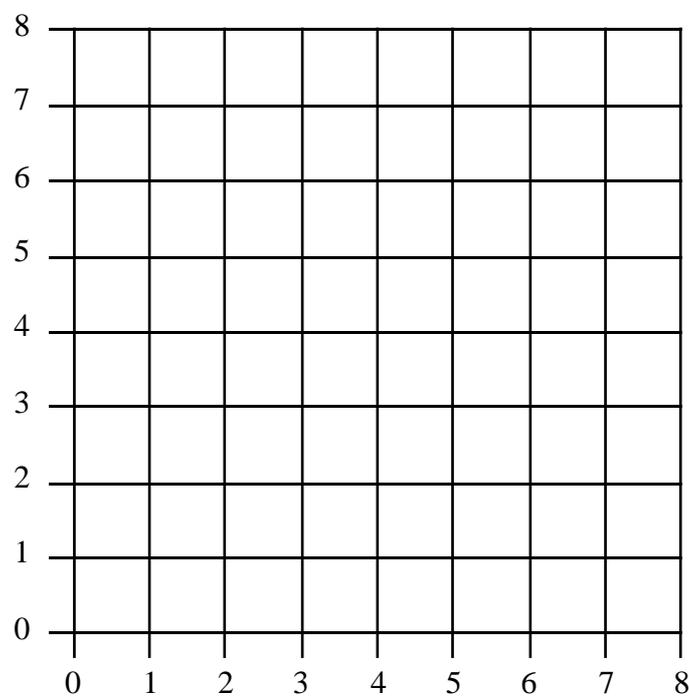


b) Zeichnen Sie den Sichtbarkeitsgraphen ein.

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 waagrecht 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?