

# Einführung in die Künstliche Intelligenz

## WS 15/16 - Prof. Dr. J. Fürnkranz



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

### 4. Übungsblatt

#### Aufgabe 1 Planen, STRIPS

Betrachten Sie folgende Situation: In einem Labor versuchen Wissenschaftler das Verhalten von Affen zu studieren. Die Affen sind hungrig und sollen versuchen an, die an der Decke hängenden, Bananen heranzukommen. Dies gelingt ihnen jedoch nur, wenn sie sich auf eine Kiste direkt unter eine Banane stellen. Die Kisten sind so leicht, daß die Affen sie herumschieben können. Außerdem liegt noch Spielzeug herum, das die Affen herumwerfen können.

Wir vereinfachen die Aufgabe wie folgt: es gibt nur eine endliche Anzahl fest vorgegebener Positionen im Käfig. An jeder Position können sich beliebig viele Affen, Kisten und Spielzeuge befinden. Auf einer Kiste können ebenfalls beliebig viele Affen stehen. Kisten können nicht übereinandergestapelt werden. Wenn gleichzeitig mehrere Affen nach einer Banane greifen, dann bekommen alle ein Stückchen - und jeder ist hinterher satt. Spielzeug landet immer auf dem Boden.

Ihre Aufgabe ist nun, den Affen zu Bananen zu verhelfen, indem Sie Pläne entwickeln, wie die Affen an die Bananen herankommen. Verwenden Sie für folgende Aufgaben die STRIPS Sprache.

a) Modellieren Sie mittels geeigneter Literale die folgende Situation:

- Der Käfig hat 3 Positionen  $p_1$ ,  $p_2$  und  $p_3$ .
- Ein Affe  $a$  befindet sich auf Position  $p_1$ .
- Der Affe  $a$  ist hungrig und ist auf dem Fußboden.
- Eine Banane  $b$  befindet sich auf Position  $p_2$ .
- Eine Kiste  $k$  befindet sich auf Position  $p_3$ .
- Jeweils ein Spielzeug ( $s_1, s_2, s_3$ ) liegt an den Positionen  $p_1$ ,  $p_2$  und  $p_3$ .

b) Als nächstes modellieren Sie die folgenden Aktionen, die von den Affen ausgeführt werden können:

$go(A, P)$	Ein Affe $A$ bewegt sich zu der angegebenen Position $P$ .
$push(A, K, P)$	Ein Affe $A$ kann eine Kiste $K$ zu der angegebenen Position $P$ schieben, wenn sich Affe und Kiste an der gleichen Stelle befinden.
$throw(A, S, P)$	Ein Affe $A$ kann ein Spielzeug $S$ nach Position $P$ werfen, wenn es sich auf seiner Position befindet.
$up(A, K)$	Ein Affe $A$ kann auf eine Kiste $K$ klettern, wenn er auf dem Fußboden auf gleicher Position wie die Kiste ist.
$down(A)$	Der Affe $A$ klettert von einer Kiste herunter.
$eat(A, B)$	Der Affe $A$ ißt die Banane $B$ , wenn er auf einer Kiste direkt unter ihr steht. Danach ist der Affe satt und die Banane verschwunden.

*Hinweis: Beachten Sie, dass nicht immer alle nötigen Vorbedingungen und Konsequenzen explizit angegeben sind. Zum Beispiel sollte es nicht möglich sein, dass ein Affe eine Kiste verschiebt, wenn er sich auf ihr befindet.*

c) Überlegen Sie sich einen Plan, wie der Affe in der unter a) beschriebenen Situation mit den Aktionen aus Teilaufgabe b) satt wird und schreiben sie ihn formal auf.

Arbeiten Sie diesen Plan Schritt für Schritt ab, d.h. geben Sie jeweils die geltenden Fakten vor bzw. nach Abarbeiten einer Aktion an.

## Aufgabe 2 Vorwärts-, Rückwärtsplanen

Gegeben sei folgende Weltbeschreibung:

Anfangssituation:  $f_2$

Zielsituation:  $f_4, f_1$

action:  $a_1$

preconditions :  $f_1, f_3$

add :  $f_4$

delete :  $f_1$

action:  $a_2$

preconditions :  $f_2$

add :  $f_4, f_3$

delete :

action:  $a_3$

preconditions:  $f_2$

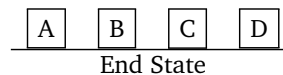
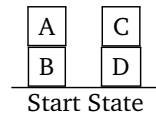
add :  $f_1$

delete :  $f_3$

- Bestimmen Sie mittels Vorwärtsplanen (*Progression*) einen Plan. Verwenden Sie dabei die Breitensuche als Suchalgorithmus.
- Geben Sie den kompletten Suchbaum (d.h. hören Sie nicht nach der ersten gefundenen Lösung auf, die Wahl des Suchalgorithmus ist beliebig), der beim Rückwärtsplanen (*Regression*) entsteht. Basierend auf diesem Suchbaum, geben Sie alle gefundenen Pläne an, die das Problem lösen.

## Aufgabe 3 Partial-Order Planning

Wir betrachten eine Situation in einer vereinfachten Variante der Blocks-Welt:



beschrieben durch die Ausgangssituation :  $\text{handempty}, \text{on}(a,b), \text{on}(b,\text{table}), \text{on}(c,d), \text{on}(d,\text{table})$   
 $\text{block}(a), \text{block}(b), \text{block}(c), \text{block}(d)$

und die Zielbeschreibung :  $\text{on}(a,\text{table}), \text{on}(b,\text{table}), \text{on}(c,\text{table}), \text{on}(d,\text{table})$

Gegeben seien folgende Aktionen:

action:  $\text{unstack}(X,Y)$

preconditions:  $\text{handempty},$   
 $\text{block}(X),$   
 $\text{block}(Y),$   
 $\text{on}(X,Y)$

add:  $\text{holding}(X)$

delete:  $\text{on}(X,Y),$   
 $\text{handempty}$

action:  $\text{putdown}(X)$

preconditions:  $\text{holding}(X)$   
 add:  $\text{handempty},$   
 $\text{on}(X,\text{table})$

delete:  $\text{holding}(X)$

- Erzeugen Sie einen Plan mittels *Partial Order Planning*.
- Wie viele Möglichkeiten der Abarbeitung dieses Plans gibt es?