Handlungsplanung

M. Helmert
G. Röger, P. Eyerich
Wintersemester 2008/2009

Universität Freiburg
Institut für Informatik

Übungsblatt 9

Abgabe: 23. Dezember 2008

Aufgabe 9.1 (Finite-Domain-Repräsentation, 1.5+1.5+3 Punkte)
Betrachten Sie die propositionale Blocksworld-Planungsaufgabe $\Pi = \langle A, I, O, G\rangle$ mit

- der Variablenmenge

$$\begin{aligned} A = \{&\textit{A-clear}, \textit{B-clear}, \textit{C-clear}, \textit{A-on-B}, \textit{A-on-C}, \textit{A-on-T},\\ &\textit{B-on-A}, \textit{B-on-C}, \textit{B-on-T}, \textit{C-on-A}, \textit{C-on-B}, \textit{C-on-T}\}\end{aligned}$$

- $I(a) = 1$ für $a \in \{\textit{B-on-T}, \textit{A-on-B}, \textit{A-clear}, \textit{C-on-T}, \textit{C-clear}\}$
  $I(a) = 0$ sonst

- O enthält für paarweise verschiedene $X, Y, Z \in \{A, B, C\}$ die Aktionen

$$\begin{aligned}
\text{move-}X\text{-}Y\text{-}Z &= \langle \textit{X-on-Y} \land \textit{X-clear} \land \textit{Z-clear},\\
&\quad \neg \textit{X-on-Y} \land \textit{Y-clear} \land \textit{X-on-Z} \land \neg \textit{Z-clear}\rangle\\
\text{move-}X\text{-Table-}Z &= \langle \textit{X-on-T} \land \textit{X-clear} \land \textit{Z-clear},\\
&\quad \neg \textit{X-on-T} \land \textit{X-on-Z} \land \neg \textit{Z-clear}\rangle\\
\text{move-}X\text{-}Y\text{-Table} &= \langle \textit{X-on-Y} \land \textit{X-clear},\\
&\quad \neg \textit{X-on-Y} \land \textit{Y-clear} \land \textit{X-on-T}\rangle
\end{aligned}$$

- $G = \textit{B-on-C} \land \textit{C-on-A}$.

Eine Planungsaufgabe $\Pi' = \langle V, I', O', G'\rangle$ in Finite-Domain-Repräsentation ist äquivalent zu der propositionalen Planungsaufgabe Π, wenn es einen Isomorphismus zwischen der von Π' induzierten propositionalen Planungsaufgabe $\Pi'' = \langle A'', I'', O'', G''\rangle$ und Π gibt.
Das heißt, es muss injektive Abbildungen $f : S \mapsto S''$ und $g : O \mapsto O''$ geben (wobei S die erreichbaren Zustände von Π sind und S'' die Zustände von Π''), so dass gilt:

- $I'' = f(I)$
- Für erreichbare Zustände s_1, s_2 mit $s_2 = app_o(s_1)$ gilt $f(s_2) = app_{g(o)}(f(s_1))$.
- Für alle erreichbaren Zustände $s \in S$ gilt $s \models G$ genau dann, wenn $f(s) \models G''$.

(a) Für Π kann man die folgenden Mutexgruppen finden:

$$\begin{aligned}
L_1 =& \{\textit{B-on-A}, \textit{C-on-A}, \textit{A-clear}\}\\
L_2 =& \{\textit{A-on-B}, \textit{C-on-B}, \textit{B-clear}\}\\
L_3 =& \{\textit{A-on-C}, \textit{B-on-C}, \textit{C-clear}\}\\
L_4 =& \{\textit{A-on-B}, \textit{A-on-C}, \textit{A-on-T}\}\\
L_5 =& \{\textit{B-on-A}, \textit{B-on-C}, \textit{B-on-T}\}\\
L_6 =& \{\textit{C-on-A}, \textit{C-on-B}, \textit{C-on-T}\}
\end{aligned}$$

Verwenden Sie diese Mutexguppen, um eine zu Π äquivalente Planungsaufgabe Π' in Finite-Domain-Repräsentation anzugeben. Benennen Sie die Variablen dabei sinnvoll (z.B. analog zu den Beispielen in der Vorlesung).

(b) Geben Sie die von Π' induzierte propositionale Planungsaufgabe Π'' an.

(c) Zeigen Sie, dass Ihre Planungsaufgabe Π' äquivalent zu Π ist. Geben Sie also Funktionen $f : S \mapsto S''$ und $g : O \mapsto O''$ an, und zeigen Sie, dass sie die geforderten Eigenschaften haben.

Aufgabe 9.2 (Abstraktionsheuristiken, 2+2 Punkte)

Ein Zustand im 15-Puzzle ist gegeben durch eine Permutation $\langle b, t_1, \dots, t_{15} \rangle$ von $\{1, \dots, 16\}$, wobei b das leere Feld bezeichnet und die anderen Komponenten die Positionen der 15 Plättchen.
Sei $T^1 = \{t^1_1, \dots, t^1_n\}, T^2 = \{t^2_1, \dots, t^2_m\}$ mit $1 \leq n, m \leq 14$ eine Partitionierung von $\{t_1, \dots, t_{15}\}$ (d.h., dass $T^1 \cup T^2 = \{t_1, \dots, t_{15}\}$ und $T^1 \cap T^2 = \emptyset$). Betrachten Sie die folgenden Abstraktions-Abbildungen:

(a) $\alpha_1(\langle b, t^1_1, \dots, t_{15} \rangle) = \langle b, t^1_1, \dots, t^1_m \rangle$

(b) $\alpha_2(\langle b, t_1, \dots, t_{15} \rangle) = \langle b, t^2_1, \dots, t^2_n \rangle$

(c) $\alpha_3(\langle b, t_1, \dots, t_{15} \rangle) = \langle t^1_1, \dots, t^1_m \rangle$

(d) $\alpha_4(\langle b, t_1, \dots, t_{15} \rangle) = \langle t^2_1, \dots, t^2_n \rangle$

Für $1 \leq i \leq 4$ entsprechen die heuristischen Werte der Heuristik h_i den Kosten, das Puzzle im jeweils entstehenden Abstraktionsraum optimal zu lösen (es ist also $h_i(s) = h^*(\alpha_i(s))$.
Zeigen Sie:

(a) $h_1 + h_2$ ist keine zulässige Heuristik.

(b) $h_3 + h_4$ ist eine zulässige Heuristik.

Die Übungsblätter dürfen in Gruppen von zwei Studenten bearbeitet werden. Bitte schreiben Sie beide Namen auf Ihre Lösung.