Handlungsplanung

Dr. M. Helmert, Prof. Dr. B. Nebel — Universität Freiburg
G. Röger — Institut für Informatik
Sommersemester 2010

Übungsblatt 9

Abgabe: 6. Juli 2010

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

- der Variablenmenge

$$A = \{A\text{-}clear, B\text{-}clear, C\text{-}clear, A\text{-}on\text{-}B, A\text{-}on\text{-}C, A\text{-}on\text{-}T,\\ B\text{-}on\text{-}A, B\text{-}on\text{-}C, B\text{-}on\text{-}T, C\text{-}on\text{-}A, C\text{-}on\text{-}B, C\text{-}on\text{-}T\}$$

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

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

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

- $\gamma = B\text{-}on\text{-}C \wedge C\text{-}on\text{-}A$.

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

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

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) Eine Planungsaufgabe $\Pi' = \langle V, I', O', \gamma' \rangle$ in Finite-Domain-Repräsentation ist äquivalent zu der propositionalen Planungsaufgabe Π, wenn es einen Isomorphismus zwischen der von Π' induzierten propositionalen Planungsaufgabe $\Pi'' = \langle A'', I'', O'', \gamma'' \rangle$ 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 $s \models \gamma$ genau dann, wenn $f(s) \models \gamma''$.

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

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

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

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

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

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.

Hinweis: Jede Heuristik, die zielerkennend und konsistent ist, ist zulässig.

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