Handlungsplanung

Dr. M. Helmert, Prof. Dr. B. Nebel
G. Röger
Sommersemester 2010

Universität Freiburg
Institut für Informatik

Übungsblatt 2

Abgabe: 11. Mai 2010

Aufgabe 2.1 (Effektnormalform, 2+2 Punkte)

(a) Transformieren Sie den Operator

$$\langle \neg e \vee \neg f, (b \rhd (c \rhd (\neg a \rhd (e \wedge \neg f)))) \wedge (e \rhd f) \wedge ((a \vee \neg b \vee \neg c) \rhd e)\rangle$$

in Effektnormalform und vereinfachen Sie ihn so weit wie möglich. Geben Sie bei jedem Schritt der Umformung an, welche der Äquivalenzen (1) bis (9) aus der Vorlesung Sie verwenden. Um Platz zu sparen, dürfen Sie die Äquivalenzen (1) (Kommutativität) und (2) (Assoziativität) verwenden, ohne dies extra zu erwähnen.

(b) Beweisen Sie die folgenden Effektäquivalenzen:

$$\chi \rhd (e_1 \wedge e_2) \equiv (\chi \rhd e_1) \wedge (\chi \rhd e_2) \tag{8'}$$

$$(\chi \rhd e) \wedge (\chi' \rhd e) \equiv (\chi \vee \chi') \rhd e \tag{9}$$

Aufgabe 2.2 (Positive Normalform, 1+(1+2+2) Punkte)

(a) Sei $\Pi = \langle A, I, O, \gamma\rangle$ die folgende Planungsaufgabe: $A = \{\mathit{haveCake}, \mathit{eatenCake}\}$, $I = \{\mathit{have\text{-}cake} \mapsto 0, \mathit{eatenCake} \mapsto 0\}$, $O = \{\mathit{eatCake}, \mathit{bakeCake}\}$ und $\gamma = \mathit{haveCake} \wedge \mathit{eatenCake}$ mit $\mathit{eatCake} = \langle \mathit{haveCake}, \neg\mathit{haveCake} \wedge \mathit{eatenCake}\rangle$ und $\mathit{bakeCake} = \langle \neg\mathit{haveCake}, \mathit{haveCake}\rangle$.

Bringen Sie Π in positive Normalform.

(b) Sei $\Pi = \langle A, I, O, \gamma\rangle$ eine Planungsaufgabe, bei der bereits alle Effekte in Effektnormalform (ENF) und alle Bedingungen in Negationsnormalform (NNF) sind. Dann ist die Transformation $f(\Pi) = \langle f(A), f(I), f(O), f(\gamma)\rangle$ von Π in positive Normalform wie folgt definiert:

- $f(A) = A \cup \{\hat{a} \,|\, a \in A\}$ mit neuen Variablen $\hat{a} \notin A$.
- Für alle $a \in A$ und Zustände s von Π: $f(s)(a) = s(a), f(s)(\hat{a}) = 1 - s(a)$
- Für Formeln in NNF: $f(\bot) = \bot$, $f(\top) = \top$, $f(a) = a$, $f(\neg a) = \hat{a}$, $f(\phi \wedge \psi) = f(\phi) \wedge f(\psi), f(\phi \vee \psi) = f(\phi) \vee f(\psi)$
- Für Effekte in ENF mit Bedingungen in NNF: $f(a) = a \wedge \neg\hat{a}$, $f(\neg a) = \neg a \wedge \hat{a}$, $f(\bigwedge_{i=1}^n e_i) = \bigwedge_{i=1}^n f(e_i)$, $f(\chi \rhd e) = \mathit{enf}(f(\chi) \rhd f(e))$
- $f(O) = \{f(o) \,|\, o \in O\}$ mit $f(\langle \chi, e\rangle) = \langle f(\chi), f(e)\rangle$ für alle $o = \langle \chi, e\rangle \in O$.

Zeigen Sie:

1) Für alle Formeln χ gilt $s \models \chi$ gdw. $f(s) \models f(\chi)$.
2) Es ist o in s anwendbar gdw. $f(o)$ in $f(s)$ anwendbar ist.
3) Wenn o in s anwendbar ist, so ist $f(\mathit{app}_o(s)) = \mathit{app}_{f(o)}(f(s))$.

Hinweis: Sie können für die Beweise eine alternative Zustandsrepräsentation verwenden, bei der ein Zustand s nicht als vollständige Variablenbelegung angegeben, sondern über die Menge der in ihm wahren Variablen $on(s)$ definiert wird, also $on(s) = s^{-1}(\{1\})$.

Ist $o = \langle \chi, e\rangle$ in s anwendbar, so ist $on(\mathit{app}_o(s)) = (on(s) \cup [e]_s^+) \setminus [e]_s^-$, wobei $[e]_s^+$ und $[e]_s^-$ die Mengen von Variablen sind, die von o in s wahr bzw. falsch gemacht werden.

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