

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Prof. Dr. J. Boedecker, Prof. Dr. W. Burgard, Prof. Dr. F. Hutter, Prof. Dr. B. Nebel
M. Krawez, T. Schulte
Sommersemester 2018

Universität Freiburg
Institut für Informatik

Übungsblatt 5

Abgabe: Mittwoch, 27. Juni 2018, vor 12:00

Aufgabe 5.1 (Klausel-Normalform)

Bringen Sie die folgenden PL1-Formeln in die Klausel-Normalform.

1. $\forall x [\forall z Q(x, z) \Rightarrow \neg \exists y (R(y) \wedge P(x, y))] \wedge \exists y \neg R(y)$
2. $\exists x (\forall y Q(x, y) \iff \exists z [Q(x, z) \vee P(z)])$
3. $\forall x \neg \forall y [R(x, y) \Rightarrow (\neg P(x) \wedge \exists z Q(x, z, y) \wedge R(y, y))]$

Aufgabe 5.2 (Unifikation)

Finden Sie (falls möglich) den kleinste gemeinsamen Unifikator mit dem Algorithmus aus der Vorlesung.

- (a) $\{P(x, f(x), y), P(z, y, x)\}$
- (b) $\{Q(x, g(y, x)), Q(\tilde{y}, z), Q(g(\tilde{z}, \tilde{x}), z)\}$
- (c) $\{R(y, f(x, y), g(z)), R(g(x), \tilde{z}, y)\}$

Aufgabe 5.3 (Resolution)

Wenden Sie das Resolutionskalkül an um zu zeigen dass die folgende Klauselmengue unerfüllbar ist. Geben Sie in jedem Schritt an, welche Substitution Sie nutzen.

Klauselmengue wie im Original des Übungsblattes angegeben (unlösbar):

$$\{\cancel{Q(x, y)}, \cancel{P(g(z, z))}\} \quad (1)$$

$$\{\cancel{\neg P(g(x', a))}, \cancel{Q(y', g(z', y'))}\} \quad (2)$$

$$\{\cancel{\neg P(y'')}, \cancel{\neg Q(f(x''), y'')}, \cancel{\neg Q(a, z'')}\} \quad (3)$$

Neue (lösbare) Version:

$$\{Q(x, y), P(g(z, z))\} \quad (1)$$

$$\{\neg P(g(x', a)), Q(y', g(z', y'))\} \quad (2)$$

$$\{\neg Q(f(x''), y''), \neg Q(a, z'')\} \quad (3)$$

Aufgabe 5.4 (Beweise mit Resolution)

Betrachten Sie die folgenden Aussagen über die natürlichen Zahlen:

- i Wenn x durch y teilbar ist dann ist x größer als oder gleich y .
 - ii Wenn x größer als oder gleich y und y größer als oder gleich x ist dann ist x gleich y .
 - iii Wenn x durch y teilbar ist und y durch x teilbar ist dann ist x gleich y .
- (a) Formalisieren Sie die Aussagen (i)-(iii) mit Prädikatenlogik.
- (b) Verwenden Sie Resolution, um zu zeigen, ob $(i) \wedge (ii) \models (iii)$ gilt oder nicht.

Aufgabe 5.5 (Handlungsplanung)

Betrachten Sie folgenden STRIPS-Task $\Pi = \langle \mathcal{S}, O, I, G \rangle$:

- \mathcal{S} : {X, Y, Z, G}
- O : {A, B, C, D, E, F} wobei

A : $pre(A) = \{X\}$,	$eff(A) = \{Y, Z\}$
B : $pre(B) = \{X\}$,	$eff(B) = \{\neg X, Z\}$
C : $pre(C) = \{\neg Y\}$,	$eff(C) = \{Z\}$
D : $pre(D) = \{\neg Z\}$,	$eff(D) = \{Y\}$
E : $pre(E) = \{\neg X, Y\}$,	$eff(E) = \{\neg Y, G\}$
F : $pre(F) = \{Z\}$,	$eff(F) = \{\neg Z, G\}$

- I : {X, Y}
 - G : {G}
- (a) Geben Sie für jeden Operator aus O an, ob dieser in I anwendbar ist, oder nicht. Für jeden anwendbaren Operator, geben Sie außerdem den resultierenden Zustand an, nachdem der Operator in I angewandt wurde.

Operator	anwendbar?	resultierender Zustand
<i>A</i>		
<i>B</i>		
<i>C</i>		
<i>D</i>		
<i>E</i>		
<i>F</i>		

(b) Geben Sie einen anwendbaren Plan π an, der von I zu G führt.

Die Übungsblätter dürfen und sollten in Gruppen von drei (3) Studenten bearbeitet werden. Bitte schreiben Sie alle Ihre Namen auf Ihre Lösung.