

# Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Prof. Dr. B. Nebel, Prof. Dr. W. Burgard  
B. Frank, A. Karwath, G. Röger  
Sommersemester 2009

Universität Freiburg  
Institut für Informatik

## Übungsblatt 6

Abgabe: Dienstag, 16. Juni 2009

### Aufgabe 6.1 (Syntax und Semantik der Prädikatenlogik)

- (a) Klassifizieren Sie die folgenden Ausdrücke als Terme, Grundterme, Atome, Formeln, Sätze, oder metasprachliche Aussagen. Wenn es mehrere Möglichkeiten gibt, geben Sie bitte alle an. In den Ausdrücken sind  $a$  und  $b$  Konstante,  $x$  und  $y$  Variable,  $f$  und  $g$  Funktionen und  $P$  und  $Q$  Prädikate.

- (a)  $P(x, y)$  (d)  $\mathcal{I}, \alpha \models P(a, f(x))$   
(b)  $f(a, b)$  (e)  $f(g(x), b)$   
(c)  $\mathcal{I} \models P(a, f(b))$  (f)  $Q(x)$  ist erfüllbar.

- (g)  $\exists x(P(x, y) \wedge Q(x)) \vee P(y, x)$   
(h)  $\forall x(\exists y(P(x, y) \wedge Q(x)) \vee P(x, y))$   
(i)  $\forall x \forall y(P(x, y) \wedge Q(x) \vee P(f(y), x))$   
(j)  $Q(x) \vee P(x, y) \equiv P(x, y) \vee Q(x)$

- (b) Betrachten Sie die folgende Formelmengende:

$$\Theta = \left\{ \begin{array}{l} \forall x \neg P(x, x) \\ \forall x \forall y \forall z ((P(x, y) \wedge P(y, z)) \Rightarrow P(x, z)) \\ \forall x \forall y (P(x, y) \vee x = y \vee P(y, x)) \end{array} \right\}$$

Geben Sie eine Interpretation  $\mathcal{I} = \langle \mathcal{D}, \cdot^{\mathcal{I}} \rangle$  mit  $\mathcal{D} = \{d_1, \dots, d_4\}$  an und zeigen Sie, dass  $\mathcal{I} \models \Theta$  (d. h.  $\mathcal{I} \models F$  für alle  $F \in \Theta$ ). Warum ist es nicht nötig, für die Konstruktion eines Modells von  $\Theta$  eine Variablenbelegung  $\alpha$  anzugeben?

- (c) Gibt es auch Modelle für  $\Theta$  mit unendlichem Träger  $\mathcal{D}$ ?

### Aufgabe 6.2 (Substitutionen und Unifikation)

- (a) Berechnen Sie die Substitutionen

- (i)  $P(x, y) \{ \frac{x}{A}, \frac{y}{f(B)} \}$ ,  
(ii)  $P(x, y) \{ \frac{x}{f(y)} \} \{ \frac{y}{g(B, B)} \}$ ,  
(iii)  $P(x, y) \{ \frac{x}{f(y)}, \frac{y}{g(B, B)} \}$  und  
(iv)  $P(x, y) \{ \frac{z}{f(B)}, \frac{x}{A} \}$

- (b) Wenden Sie den Unifikationsalgorithmus auf die folgende Literalmenge an:  $\{R(h(x), f(h(u), y)), R(y, f(y, h(g(A))))\}$ . Geben Sie für jeden Schritt die Werte von  $T_k$ ,  $s_k$ ,  $D_k$ ,  $v_k$  und  $t_k$  an.

**Aufgabe 6.3** (Resolution in Logik erster Stufe)

Aus “Pferde sind Tiere” folgt “Der Kopf eines Pferdes ist der Kopf eines Tieres”. Zeigen Sie die Gültigkeit dieses Schlusses, indem Sie die folgenden Schritte durchführen:

- (a) Übersetzen Sie die Prämisse und die Folgerung in die Sprache der Prädikatenlogik erster Stufe. Verwenden Sie drei Prädikate:  $KopfVon(k, x)$  (mit der Bedeutung “ $k$  ist der Kopf von  $x$ ”),  $Pferd(x)$  und  $Tier(x)$ .
- (b) Negieren Sie die Folgerung und formen Sie die Prämisse und die negierte Folgerung in Klauselform um.
- (c) Zeigen Sie mittels Resolution, dass die Folgerung aus der Prämisse folgt.

Die Übungsblätter dürfen und sollten in Gruppen von drei (3) Studenten bearbeitet werden. Bitte füllen Sie das Deckblatt<sup>1</sup> aus und heften Sie es an Ihre Lösung.

---

<sup>1</sup><http://www.informatik.uni-freiburg.de/~ki/teaching/ss09/gki/coverSheet-german.pdf>