

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Dr. J. Boedecker, Prof. Dr. W. Burgard, Prof. Dr. B. Nebel
J. Aldinger, M. Krawez
Sommersemester 2017

Universität Freiburg
Institut für Informatik

Übungsblatt 4

Abgabe: Mittwoch, 21. Juni 2017, vor der Vorlesung

Aufgabe 4.1 (Erfüllbarkeit)

Entscheiden Sie, ob die folgenden PL1-Formeln erfüllbar, unerfüllbar oder allgemeingültig sind. Wenn eine Formel erfüllbar, aber nicht allgemeingültig ist, konstruieren Sie jeweils eine Interpretation I die ein Modell, und eine die kein Modell dieser Formel ist.

Dabei haben die Prädikate folgende Bedeutung:

$Mann(x)$	x ist ein Mann
$Barbier(x)$	x ist ein Barbier
$rasiert(x,y)$	x rasiert y
$InBar(x)$	x befindet sich in einer Bar
$trinkt(x)$	x trinkt

- $\exists x (Mann(x) \wedge \forall y [Mann(y) \Rightarrow (rasiert(x,y) \iff \neg rasiert(y,y))])$
- $\exists x (Barbier(x) \wedge \forall y [Mann(y) \Rightarrow (rasiert(x,y) \iff \neg rasiert(y,y))])$
- $\exists x [(InBar(x) \wedge trinkt(x)) \Rightarrow \forall y (InBar(y) \Rightarrow trinkt(y))]$

Aufgabe 4.2 (Klausel-Normalform)

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

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

- Sei ϕ eine PL1-Formel mit

$$\phi = \phi_1 \circ \phi_2,$$

wo ϕ_1 und ϕ_2 PL1-Formeln in der Pränex-Normalform sind, und \circ entweder \wedge oder \vee ist. Bezogen auf die Erfüllbarkeit von ϕ , macht es einen Unterschied ob ϕ_1 und ϕ_2 zuerst skolemisiert werden, oder ob ϕ skolemisiert wird nachdem es in die Pränex-Normalform gebracht wurde? Welche Konsequenzen hat das für die Konstruktion der Klausel-Normalform?

Aufgabe 4.3 (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 4.4 (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.

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