



## Artificial Intelligence, Wintersemester 2012/2013

### Übungsblatt 11

Abgabe: 24.01.2013, Besprechung: 31.01.2013

#### Aufgabe 1 Prädikatenlogik erster Stufe [3 Punkte]

- (a) Kann die Aussage  $\neg Spouse(George, Laura)$  gefolgert werden aus den Fakten  $Jim \neq George$  und  $Spouse(Jim, Laura)$ ?
- (b) Wenn ja, beweisen Sie es. Wenn nicht, fügen Sie die benötigten Axiome hinzu, damit man es folgern kann.
- (c) Was passiert, wenn wir  $Spouse$  als Symbol für eine unäre Funktion ( $Spouse(x) = y$ ) benutzen statt für ein binäres Prädikat? Ändern sich die Antworten für a) und b)? Wenn ja, wie?

#### Aufgabe 2 Prädikatenlogik erster Stufe [6 Punkte]

Gegeben sei ein Vokabular mit folgenden Symbolen:

- $Occupation(p, o)$ : Prädikat. Person  $p$  hat den Beruf  $o$ .
- $Customer(p1, p2)$ : Prädikat. Person  $p1$  ist ein Kunde von Person  $p2$ .
- $Boss(p1, p2)$ : Prädikat. Person  $p1$  ist der Chef von Person  $p2$ .
- $Doctor, Surgeon, Lawyer, Actor$ : Konstanten, die für die Berufe Arzt, Chirurg, Anwalt, Schauspieler stehen.
- $Emily, Joe$ : Konstanten, die für Personen stehen.

(Als Vereinfachung gehen wir davon aus, dass Prädikate für Objekte des falschen Typs immer falsch sind, also z.B.  $Boss(Emily, Doctor)$  bzw.  $B(E, D)$  ist falsch.)

- a) Benutzen Sie diese Symbole (bzw. deren Anfangsbuchstaben) und schreiben Sie die folgenden Aussagen in prädikatenlogischen Formeln (inkl. Gleichheit  $=$  und Ungleichheit  $\neq$ ):
- Emily ist entweder ein Chirurg oder ein Anwalt.
  - Joe ist ein Schauspieler, aber er hat noch mindestens einen anderen Beruf.
  - Alle Chirurgen sind Ärzte.
  - Joe hat keinen Anwalt (also er ist nicht Kunde eines Anwalts).
  - Emily hat einen Chef, der Anwalt ist.
  - Es gibt einen Anwalt, dessen Kunden alle Ärzte sind.
  - Jeder Chirurg hat einen Anwalt.
  - Es gibt einen Arzt, der keinen Anwalt hat.

- b) Nehmen Sie nun an, dass Emily kein Anwalt ist. Welche einfachen Aussagen können Sie unter der Voraussetzung von **domain closure** (es existieren außer den genannten Objekten keine weiteren) sicher treffen? Notieren Sie nur atomare Aussagen, die auch negiert sein können, deren Wahrheitsgehalt sicher ist, z.B.  $\neg O(E, L)$ .

### Aufgabe 3 Prädikatenlogik erster Stufe [3 Punkte]

Wahr oder falsch? Erklären Sie ihre Lösung.

- (a)  $\exists x x = \text{Rumpelstilzchen}$  ist eine gültige (notwendigerweise wahre) Aussage in Prädikatenlogik erster Stufe.
- (b) Jede existenziell quantifizierte Aussage in Prädikatenlogik erster Stufe ist wahr in jedem Modell, das nur ein Objekt enthält.
- (c)  $\forall x \forall y x = y$  ist erfüllbar.

### Aufgabe 4 Implementierung [8 Punkte]

In der Datei `uebung11.zip` finden Sie im Paket `sat` ein Framework für das Lösen von SAT-Problemen. Im Unterpaket `sat.satproblem` ist eine Implementierung von SAT in diesem Framework. Im Unterpaket `sat.cspsolver` finden Sie einen implementierten Solver für CSPs. Im Unterpaket `sat.satsolver` finden Sie einen teilweise implementierten DPLL SAT-Solver, den Sie vervollständigen sollen.

- (a) Implementieren Sie den DPLL-Algorithmus, indem Sie dazu alle mit TODO markierten Stellen in der Klasse `DPLL` vervollständigen. Achten Sie bei der Implementierung der Backtracking-Prozedur darauf, dass Änderungen richtig rückgängig gemacht werden, wenn die Prozedur zurückkehrt. Ihre Implementierung soll jede Lösung finden.
- (b) Implementieren Sie die Prozedur `findPureSymbol`, indem Sie dazu alle mit TODO markierten Stellen vervollständigen.
- (c) Vergleichen Sie die Lösungen von DPLL und CSP mit der Klasse `Main`, die wir bereitgestellt haben.
- Vergleichen Sie Unit-Propagation in DPLL und arc-consistency in CSPs.
  - Warum findet DPLL weniger Lösungen, wenn man `findPureSymbol` nutzt?

Senden Sie Ihre kommentierte Implementierung sowie Ihre Ergebnisse an [florian.mittag@uni-tuebingen.de](mailto:florian.mittag@uni-tuebingen.de) und [andreas.draeger@uni-tuebingen.de](mailto:andreas.draeger@uni-tuebingen.de) mit dem Betreff „Abgabe KI-Uebung 11“. Bitte geben Sie in jeder Datei Ihren vollständigen Namen an, und senden Sie nur die Quellcode-Dateien ein, die Sie laut Aufgabenstellung modifiziert haben.