

## Blatt 5 (10 Punkte)

Abgabe durch Hochladen (nur PDF-Format bzw. Python-Code) auf der eCampus-Seite bis  
**Sonntag, 12.05.2024, 12:00 Uhr**, in Gruppen von 3 Personen.

### Aufgabe 5.1: Vorwärts- und Rückwärtsableitung mit GMP (1 + 2.5 + 1 = 4.5)

Jon ist Besitzer zweier Tiere: Garfield und Odie. Garfield ist eine Katze und Odie ein Hund. Garfield und Odie sind stubenrein. Jon weiss, dass ein Tier ein Haustier ist, wenn es ein Hund oder eine Katze ist und stubenrein ist. Aus Erfahrung weiß Jon, dass ein Haustier ein schlechtes Haustier ist, falls es spricht. Garfield kann sprechen. Hieraus wird die folg. Menge von 10 Klauseln als Wissensbasis KB erzeugt:

- 1:  $\text{besitzer}(g) = j$
- 2:  $\text{besitzer}(o) = j$
- 3:  $\text{Katze}(g)$
- 4:  $\text{Hund}(o)$
- 5:  $\text{Stubr}(g)$
- 6:  $\text{Stubr}(o)$
- 7:  $\text{Hund}(x) \wedge \text{Stubr}(x) \Rightarrow \text{Haustier}(x)$
- 8:  $\text{Katze}(x) \wedge \text{Stubr}(x) \Rightarrow \text{Haustier}(x)$
- 9:  $\text{Haust}(x) \wedge \text{Spricht}(x) \Rightarrow \text{SchlechtesHt}(x)$
- 10:  $\text{Spricht}(g)$

mit Konstanten  $j, g, o$ , Funktion  $\text{besitzer}$  und Prädikaten  $\text{Hund}$ ,  $\text{Katze}$ ,  $\text{Haustier}$ ,  $\text{Stubr}$ ,  $\text{Spricht}$ ,  $\text{SchlechtesHt}$ .

- a) Jon wird gefragt, ob Odie ein Haustier ist. Beantworten Sie diese Frage durch die KB und dem Algorithmus FOL-BC-ASK (Vorlesung 8, Folie 14). Arbeiten Sie in der For-Schleife die Einträge der KB nach ihrer Reihenfolge ab!!! Geben Sie an, ob die Anfrage mit wahr, falsch oder gar nicht (keine Terminierung) beantwortet wird. Benutzen Sie die Darstellung des Algorithmus, welcher in Vorlesung 8 Folie 15 ff. gezeigt wird. Es genügt den Ableitungsbaum,  $\Theta$ ,  $\Theta'$ , *goals*, die im Schritt verwendete Ableitungsregel oder verwendete Grundklausel aufzuführen. (Standardisierung muss angewandt werden).
- b) Als nächstes wird Jon gefragt, ob Garfield ein schlechtes Haustier ist. Beantworten Sie diese Frage ebenfalls mit FOL-BC-ASK. **Wichtig:** Arbeiten Sie in der For-Schleife die Einträge der KB nach ihrer Reihenfolge ab!!! Betrachten Sie insbes. die dadurch zurückführende Struktur des Algorithmus, wenn für ein *goal* keine passende Substitution gefunden wird.
- c) Betrachten wir noch den Algorithmus FOL-FC-ASK aus Vorlesung 8, Folie 7 für die Anfrage, ob Garfield ein schlechtes Haustier ist. Geben Sie der Reihe nach an, welche Ergänzungen von KB durch den Algorithmus vorgenommen werden. Geben Sie also die unterschiedlichen Belegungen von  $q'$  der Reihe nach an.

**Aufgabe 5.2: Faktorisierung in PL1**

(1)

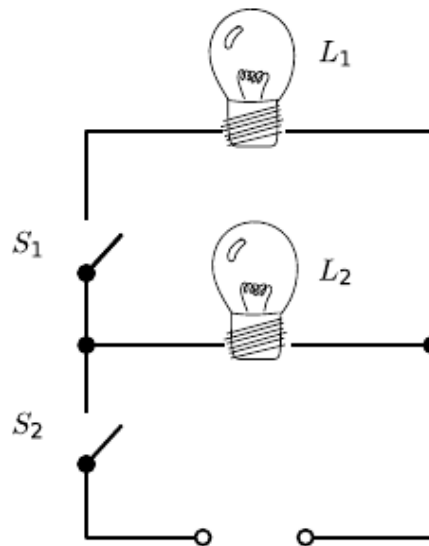
Gegeben sei die folgende Klauselmengen  $\Delta$  in KNF:

$$\Delta = \{\{+P(x), +P(g(x, y))\}, \{\neg P(x), +P(f(y))\}, \{\neg P(x), \neg P(f(y))\}\}.$$

Zeigen Sie die Inkonsistenz von  $\Delta$  durch Resolutionsableitung der leeren Klausel. Beachten Sie auch Standardisierung und Occur-Test.

**Aufgabe 5.3: Situationskalkül**

(2 + 0.5 = 2.5)



Formalisieren Sie die oben dargestellte Parallelschaltung mit Hilfe des Situationskalküls. Hierbei sind  $S_1$  und  $S_2$  Schalter, die nur Strom fließen lassen, wenn diese geschlossen sind. Die Lampen  $L_1$  und  $L_2$  leuchten natürlich nur, wenn Strom auf der entsprechenden Leitung fließt. Es gibt folgende Fluente:

- $\text{leuchtet}(L, s)$  gilt, wenn die Lampe  $L$  in Situation  $s$  leuchtet, also mit Strom versorgt wird.
- $\text{geschlossen}(X, s)$  gilt, wenn der Schalter  $X \in \{S_1, S_2\}$  in Situation  $s$  geschlossen ist.

Außerdem gibt es die Aktionen  $\text{schalte}(X)$  zum Öffnen und Schließen eines Schalters. D.h. ein Schalter, der geschlossen ist in Zustand  $s_t$ , ist nach Ausführen der Aktion  $\text{schalte}(X)$  im Nachfolgezustand  $s_{t+1} = \text{do}(\text{schalte}(X), s_t)$  wieder geöffnet.

- a) Geben Sie für die folgenden Fluente jeweils eine vollständige Beschreibung des Nachfolgezustandes durch Nachfolgezustandsaxiome (Vorlesung 8) an.

- 1)  $\text{geschlossen}(S_1, s)$
- 2)  $\text{leuchtet}(L_1, s)$

Für den Fluente  $\text{leuchtet}(L_2, s)$  wäre dies z.B.:

$$\forall a, s : \text{leuchtet}(L_2, \text{do}(a, s)) \Leftrightarrow [(a = \text{schalte}(S_2) \wedge \neg \text{geschlossen}(S_2, s)) \vee (a = \text{schalte}(S_1) \wedge \text{geschlossen}(S_2, s))]$$

- b) Beschreiben Sie den Anfangszustand  $s_0$  als Term im Situationskalkül, in dem alle Schalter offen sind.

#### Aufgabe 5.4: STRIPS

(1.5 + 0.5 = 2)

Gegeben sei das Planungsproblem einer Klausurvorbereitung: Ziel soll es sein, für eine kommende Klausur fit und vorbereitet zu sein. Im STRIPS-Formalismus seien folgende Prädikate, Operatoren sowie Start- und Zielbedingungen vorgeben:

- Prädikate: fit, fleißig, vorbereitet
- Operatoren:
  - Op ( Action: Lernen, Precond: fleißig, Effects: vorbereitet  $\wedge \neg$  fit)
  - Op ( Action: Schlafen, Precond:  $\emptyset$ , Effects: fit)
- Start: fleißig
- Ziel: fit, vorbereitet

Konstruieren Sie den partiell geordneten Plan mittels des POP-Algorithmus mit Tiefensuche:

- a) Zeichnen Sie den fertigen partiell geordneten Plan als Diagramm inklusive aller kausaler Kanten als Doppelpfeile " $\Rightarrow$ " und Ordnungsrelationen als einfache Pfeile " $\rightarrow$ ". Ordnungsrelationen müssen nur dann explizit zwischen zwei Knoten eingezeichnet werden, wenn sonst noch kein (gerichteter) kausaler Pfad zwischen diesen Knoten existiert. Es ist ein Promotions/Demotions-Schritt durchzuführen. Heben Sie diesen besonders hervor und geben sie an, ob es sich um Promotion oder Demotion handelt.
- b) Leiten Sie aus ihrem partiell geordneten Plan im Anschluß alle möglichen vollständig geordneten Pläne ab.