

## 7. Übung zur Vorlesung “Objektorientierte und Deduktive Datenbanken” im Wintersemester 2004 – mit Musterlösungen –

Prof. Dr. Gerd Stumme, Dipl.-Inform. Christoph Schmitz

20. Dezember 2004

### Aufgabe 1

Geben Sie einen einfachen Algorithmus an, um eine konjunktive Anfrage  $q$  gegen eine Instanz  $\mathbb{I}$  auszuwerten. Beschreiben Sie den Algorithmus kurz mit eigenen Worten und dann in Pseudocode.

Sie können dabei folgende Schreibweise benutzen: Sei  $u$  ein freies Tupel, und  $\mu$  eine Belegung. Dann bezeichne  $\mu(u)$  das Tupel, in dem die Variablen gemäß der Belegung ersetzt sind, also (in der benannten Perspektive):

$$\begin{aligned}\mu(u)(a) &= a && \text{für Konstanten } a \\ \mu(u)(x) &= \mu(x) && \text{für Variablen } x\end{aligned}$$

Weiterhin sei  $adom(\mathbb{I}, q) := adom(\mathbb{I}) \cup adom(q)$ .

Um die Anfrage  $q$  zu erfüllen, müssen die Tupel  $R_i(u_i)$  auf der rechten Seite so belegt werden können, daß sie unter der jeweiligen Belegung alle in der Datenbankinstanz vorkommen.

Da die vorkommenden Konstanten  $adom(\mathbb{I}, q)$  bekannt sind, kann man also der Reihe nach alle möglichen Belegungen aufzählen, die  $R_i(u_i)$  auf Vorhandensein in der Datenbank testen und ggf. die Belegung in das Resultat aufnehmen:

Sei  $q = ans(u) \leftarrow R_1(u_1), \dots, R_n(u_n)$ , und seien  $var(q) = \{x_1, \dots, x_k\}$  die Variablen in  $q$ .

Dann liefert folgender Algorithmus das Resultat  $q(\mathbb{I})$ :

```
resultat  $\leftarrow$   $\emptyset$ 
for all  $v_1 \in adom(\mathbb{I}, q)$  do
  ...
```

```

for all  $v_k \in \text{adom}(\mathbb{I}, q)$  do
   $\mu \leftarrow$  Bewertung mit  $\mu(x_i) := v_i$  für alle  $i$ 
   $\text{enthalten} \leftarrow \text{true}$ 
  for all  $i \in \{1, \dots, n\}$  do
    if  $\mu(u_i) \notin \mathbb{I}(R_i)$  then
       $\text{enthalten} \leftarrow \text{false}$ 
    end if
  end for
  if  $\text{enthalten}$  then
     $\text{resultat} \leftarrow \text{resultat} \cup \{\mu(u)\}$ 
  end if
end for
...
end for
  liefere  $\text{resultat}$  zurück

```

Achtung, das ist ein bißchen gemogelt, da die Anzahl der Variablen  $k$  nicht fix sein wird. In der Praxis würde man das Aufzählen aller Belegungen mit Rekursion, einem Stack oder Ähnlichem regeln müssen. Außerdem würde man dort optimieren, z. B. durch geschickte Sortierung der Variablen.

## Aufgabe 2

Wie aus der Vorlesung bekannt, sind konjunktive Anfragen immer erfüllbar.

1. Betrachten Sie die konjunktive Anfrage “Wo werden Filme mit Ben Stiller gespielt?”:

$$\text{ans}(\text{Kino}) \leftarrow \text{Schauspieler}(\text{Film}, \text{benStiller}), \text{Spielt}(\text{Kino}, \text{Film})$$

Konstruieren Sie eine Datenbankinstanz mit möglichst wenigen Konstanten, die diese Anfrage erfüllt.

Da wir keine Datentypen betrachten, kann man der Einfachheit halber alle Variablen mit der Konstanten *benStiller* belegen. Folgende Instanz erfüllt also die Anfrage (unbenannte LP-Perspektive!):

$$\mathbb{I} := \{\text{Schauspieler}(\text{benStiller}, \text{benStiller}), \text{Spielt}(\text{benStiller}, \text{benStiller})\}$$

2. Können Sie nun eine allgemeine Konstruktion angeben, um eine erfüllende Instanz  $\mathbb{I}$  für eine Anfrage  $q := \text{ans}(u) \leftarrow R_1(u_1), \dots, R_k(u_k)$  zu erhalten?

Seien  $d := \text{adom}(q)$  die in  $q$  vorkommenden Konstanten und  $a \in \text{dom}$  eine weitere Konstante. (Dieses  $a$  wird benötigt, damit  $d \cup \{a\}$  auch dann nicht leer ist, wenn  $\text{adom}(q) = \emptyset$ .)

Definiere  $\mathbb{I}$  so, daß  $\mathbb{I}(R_i) = (d \cup \{a\})^{\text{arity}(R_i)}$  ist für alle  $i$ . Ferner sei  $\mu$  die Belegung, die alle Variablen mit  $a$  belegt.

Dann ist  $\mu(u_i) \in \mathbb{I}(R_i)$  (denn  $\mathbb{I}(R_i)$  enthält alle möglichen Tupel bestehend aus  $a$  und den vorkommenden Konstanten), und damit  $\mu(u) \in q(\mathbb{I})$ .

3. Ist die folgende Anfrage konjunktiv?

$\text{ans}(X) \leftarrow \text{Regisseur}(\text{Film}, X), X = \text{“Hitchcock”}, X = \text{“Bergman”}$

Nein. Da keine Belegung  $X$  gleichzeitig mit zwei verschiedenen Konstanten bewerten kann, ist die Anfrage nicht erfüllbar, und somit auch nicht konjunktiv.

### Aufgabe 3

Welche der folgenden umgangssprachlichen Formulierungen können Sie in konjunktive Anfragen übersetzen? (Man denke sich ggf. ein geeignetes Datenbankschema! ;-)

1. Welche Kinos spielen Filme, in denen Ben Stiller mitspielt?

$\text{ans}(K) \leftarrow \text{Schauspieler}(\text{Titel}, \text{benStiller}), \text{Spielt}(\text{Kino}, \text{Titel}, \text{Zeit})$ .

2. Welche Kinos spielen keine Filme, in denen Ben Stiller mitspielt?

Nicht monoton, kann also nicht in einer konjunktiven Anfrage ausgedrückt werden.

3. In welchem Supermarkt kann ich Eier und Fahrräder kaufen? Ich möchte dort auch mit dem Auto parken können.

$\text{ans}(S) \leftarrow \text{Sortiment}(S, \text{eier}), \text{Sortiment}(S, \text{fahrraeder}), \text{HatParkplatz}(S)$ .

4. Gibt es einen Supermarkt, bei dem ich Eier und Fahrräder kaufen und parken kann?

$\text{ans}() \leftarrow \text{Sortiment}(S, \text{eier}), \text{Sortiment}(S, \text{fahrraeder}), \text{HatParkplatz}(S)$ .

5. Gibt es eine Schauspielerin, die in allen Woody-Allen-Filmen aufgetaucht ist?

Nicht monoton, kann also nicht ausgedrückt werden.

6. An welchen Unis kann ich ein Fach studieren, das auch irgendein Kommilitone von Albert Einstein studiert hat? Kommilitonen studieren gemeinsame Fächer, aber ein Student kann mehrere Fächer studieren.

$\text{ans}(\text{Uni}) \leftarrow \text{Studiert}(\text{Komm}, \text{Fach1}, \text{Uni}), \text{Studiert}(\text{albertEinstein}, \text{Fach2}, \text{Uni2}), \text{Studiert}(\text{Komm}, \text{Fach2}, \text{Uni2})$

7. Gibt es eine Firma, die Flugzeugträger und Mikrowellenherde herstellt?

$\text{ans}(\text{Firma}) \leftarrow \text{stelltHer}(\text{Firma}, \text{flugzeugtraeger}), \text{stelltHer}(\text{Firma}, \text{mikrowelle})$ .

8. Gibt es denn wenigstens eine Firma, die Flugzeugträger *oder* Mikrowellenherde herstellt?

Nicht auszudrücken, da Disjunktion.

9. Ein Kino ist öde, wenn es dort kein Popcorn oder keine Cola gibt. Welche Kinos sind nicht öde?

Achtung, DeMorgan!

$ans(Kino) \leftarrow verkauft(Kino, popcorn), verkauft(Kino, cola).$

## Aufgabe 4

Betrachten Sie die Datenbankinstanz  $\mathbb{I} = \{sonnenschein(dez, 15, 2004)\}$

Sie möchten wissen, ob irgendwann im November oder Dezember die Sonne geschienen hat und stellen die Anfragen  $q_N$  und  $q_D$

$$q_N := ans() \leftarrow sonnenschein(nov, Tag, Jahr).$$
$$q_D := ans() \leftarrow sonnenschein(dez, Tag, Jahr).$$

Die Resultate sind  $q_N(\mathbb{I}) = \emptyset$  (im November gab es keinen Sonnenschein) und  $q_D(\mathbb{I}) = \{\langle \rangle\}$  (im Dezember hat die Sonne geschienen).

Erklären Sie, warum dies die Ergebnisse sind und was sie jeweils bedeuten. Erinnern Sie sich an die Definition von  $q(\mathbb{I})$ !

Per Definition gilt für  $q := ans(u) \leftarrow R_1(u_1), \dots, R_n(u_n)$ :

$$q(\mathbb{I}) = \{\mu(u) \mid \mu \text{ ist eine Bewertung über } var(q) \text{ und } \mu(u_i) \in I(R_i) \text{ für alle } i \in \{1, \dots, n\}\}$$

Für  $q_N$  gibt es keine solche Bewertung  $\mu$ , da kein entsprechendes Tupel in der Instanz enthalten ist. Dementsprechend ist  $q_N(\mathbb{I}) = \emptyset$ .

Andererseits gibt es für  $q_D$  eine passende Belegung, nämlich  $\mu_D$  mit  $\mu_D(Tag) := 15, \mu_D(Jahr) := 2004$ . Dementsprechend ist das Resultat  $\{\mu_D(u)\}$  für das  $u$  aus der Anfrage.

Da  $u$  das leere Tupel  $\langle \rangle$  ist, ist auch  $\mu_D(u) = \langle \rangle$  und damit  $q_D(\mathbb{I}) = \{\langle \rangle\}$ .