Humboldt-Universität zu Berlin
Lehrstuhl Logik in der Informatik
Prof. Dr. Nicole Schweikardt

4. Januar 2021

Einführung in die Datenbanktheorie

Wintersemester 2020/2021

Übungsblatt 6

Zu Bearbeiten bis zur Übungsstunde am *13. Januar 2021*

Aufgabe 1:

Betrachten Sie das Datalog-Programm P, welches aus folgenden Regeln besteht.

$$\begin{aligned} R(x) &\leftarrow S(x) \\ B(x) &\leftarrow R(y), E(x,y) \\ R(x) &\leftarrow B(y), E(x,y) \\ F(x) &\leftarrow B(x), R(x) \end{aligned}$$

Einer Datenbankinstanz $\mathbf{I}$ vom Schema $edb(P)$ ordnen wir den gerichten Graphen $G = (V^G, E^G)$ mit $V^G = \text{adom}(\mathbf{I})$ und $E^G = \mathbf{I}(E)$ zu, und wir betrachten die Knoten in $\mathbf{I}(S)$ als „speziell gefärbte“ Knoten von G.

(a) Geben Sie umgangssprachliche Beschreibungen der durch

$$Q_R := (P, R)\ , \qquad Q_B := (P, B)\ , \qquad Q_F := (P, F)$$

definierten Anfragefunktionen an.

(b) Einem *ungerichteten* Graphen $G = (V^G, E^G)$ mit einem einzelnen speziell gefärbten Knoten $s \in V^G$ ordnen wir die Datenbank $\mathbf{I}_{G,s}$ mit $\mathbf{I}_{G,s}(E) = \{(u,v),(v,u) : \{u,v\} \in E^G\}$ und $\mathbf{I}_{G,s}(S) = \{s\}$ zu. Für welche zusammenhängenden ungerichteten Graphen G mit speziellem Knoten s gilt $[\![Q_F]\!](\mathbf{I}_{G,s}) = \emptyset$?

Aufgabe 2:

Betrachten Sie für die Lösung dieser Aufgabe die in der Vorlesung benutzen Datenbank $\mathbf{I}_{\mathbf{Kino}}$.

(a) Geben Sie eine Formel des konjunktiven Guarded Fragment an, die die folgende Anfrage ausdrückt: “Welche Filme haben mindestens einen Schauspieler, der schon mal in einem Film von Stephen Spielberg mitgespielt hat?”.

(b) Welche der folgenden CQ-Formeln gehört zum konjunktiven Guarded Fragment, welche nicht?

(i) $\exists x_R(\exists x_{T_1} Filme(x_{T_1}, x_R, \text{“George Clooney”}) \wedge \exists x_{T_2} Filme(x_{T_2}, x_R, \text{“Harrison Ford”}))$

(ii) $\exists x_R \exists x_{T_1} \exists x_{T_2}(Filme(x_{T_1}, x_R, \text{“George Clooney”}) \wedge Filme(x_{T_2}, x_R, \text{“Harrison Ford”}))$

(iii) $(\exists x_{T_1} Filme(x_{T_1}, x_R, \text{“George Clooney”}) \wedge \exists x_{T_2} Filme(x_{T_2}, x_R, \text{“Harrison Ford”}))$

(c) Wandeln Sie die azyklische Boolesche regelbasierte Anfrage aus Aufgabe 3 von Blatt 5 in einen äquivalenten Satz des konjunktiven Guarded Fragment um.

(d) Wandeln Sie die GF(CQ)-Formel $\psi(x_K, x_A) :=$

$$\Big(\exists x_{Tel}\ \mathit{Orte}(x_K, x_A, x_{Tel})$$
$$\wedge\ \exists x_T \Big(\mathit{Programm}(x_K, x_T, \text{“20:00”}) \wedge \exists x_S\, \mathit{Filme}(x_T, \text{“Fritz Lang”}, x_S)\Big)$$
$$\wedge\ \exists x_T \Big(\mathit{Programm}(x_K, x_T, \text{“20:00”}) \wedge \exists x_R\, \mathit{Filme}(x_T, x_R, \text{“Boris Karloff”})\Big)\Big)$$

in eine äquivalente azyklische regelbasierte konjunktive Anfrage um und geben Sie einen Join-Baum für Ihre Anfrage an.

Aufgabe 3:

Zeigen Sie für den Beweis von Satz 3.48 die Äquivalenz der Aussagen (a) und (c), d.h. zeigen Sie, dass

(a) jede azyklische Boolesche regelbasierte konjunktive Anfrage äquivalent zu einem konjunktiven Satz des Guarded Fragment ist, und

(b) jeder konjunktive Satz des Guarded Fragment äquivalent zu einer azyklischen Booleschen regelbasierten konjunktiven Anfrage ist.

Aufgabe 4:

Betrachten Sie die aus der Vorlesung bekannte Datenbank $\mathbf{I}_F$ unter Mengensemantik mit:

$\mathbf{I}_F(\mathit{Hersteller})$

Name	*Ort*
Boeing	Seattle
Boeing	New York
Airbus	Hamburg

$\mathbf{I}_F(\mathit{Bauteil})$

Teil	*Lager*
Motor	Seattle
Motor	Seattle
Flügel	Portland
Cockpit	Seattle
Cockpit	Seattle
Cockpit	Seattle

Seien Q_1 und Q_2 die folgenden regelbasierten konjunktiven Anfragen:

$$Q_1: \quad \mathit{Ans}(x_N, x_T) \leftarrow \mathit{Hersteller}(x_N, x_O), \mathit{Bauteil}(x_T, x_O)$$
$$Q_2: \quad \mathit{Ans}(x_N, x_T) \leftarrow \mathit{Hersteller}(x_N, x_O), \mathit{Bauteil}(x_T, x_O), \mathit{Bauteil}(x_T, x_O)$$

Bestimmen Sie $[\![Q_1]\!]_b(\mathbf{I}_F)$ und $[\![Q_2]\!]_b(\mathbf{I}_F)$.