Übung zur Vorlesung *Grundlagen: Datenbanken* im WS14/15

Harald Lang (harald.lang@in.tum.de)
http://www-db.in.tum.de/teaching/ws1415/grundlagen/

Blatt Nr. 2

Tool zum Üben der relationalen Algebra `http://www-db.in.tum.de/~muehe/ira/`.

Hausaufgabe 1

Formulieren Sie folgende Anfragen auf dem bekannten Universitätsschema in der Relationenalgebra:

(a) Finden Sie die *Assistenten* von *Professoren*, die den Studenten Fichte unterrichtet haben – z.B. als potentielle Betreuer seiner Diplomarbeit.

(b) Finden Sie die *Studenten*, die *Vorlesungen* hören (bzw. gehört haben), für die ihnen die direkten Voraussetzungen fehlen.

Die Anfragen sehen in relationaler Algebra wie folgt aus:

(a) Folgende Abfrage bildet zuerst das Kreuzprodukt über alle beteiligten Relationen, d.h. *Studenten*, *Vorlesungen*, *Assistenten* und *hören*. Anschließend erfolgt eine umfangreiche Selektion, die die auf Fichte zugeschnittenen Tupel extrahiert.

$$\Pi_{\text{a.PersNr, a.Name}}(\sigma_{\text{a.Boss=v.gelesenVon} \wedge \text{v.VorlNr=h.VorlNr} \wedge \text{h.MatrNr=s.MatrNr} \wedge \text{s.Name='Fichte'}}$$
$$(\rho_{\text{a}}(\text{Assistenten}) \times \rho_{\text{s}}(\text{Studenten}) \times \rho_{\text{v}}(\text{Vorlesungen}) \times \rho_{\text{h}}(\text{hören})))$$

Die Bildung des Kreuzprodukts gilt es nach Möglichkeit, zu vermeiden, da dadurch mitunter sehr große Zwischenergebnisse entstehen. Dies kann zu spürbaren Leistungseinbußen während der Anfragebearbeitung führen. Folgende Anfrage berechnet dieselbe Ergebnismenge, setzt jedoch bereits Optimierungstechniken, wie frühe Selektion und den (natürlichen) Verbundoperator ein.

$$\Pi_{\text{PersNr, Name}}((\Pi_{\text{PersNr, Name, VorlNr}}(\text{Assistenten} \bowtie_{\text{Boss=gelesenVon}} \text{Vorlesungen}))$$
$$\bowtie(\Pi_{\text{VorlNr}}(\sigma_{\text{Name='Fichte'}}(\text{Studenten}) \bowtie \text{hören})))$$

(b) Wir konstruieren eine hypothetische Ausprägung der Relation *hören*, die gelten müsste, wenn alle Studenten alle benötigten Vorgängervorlesungen hören. Von dieser Menge ziehen wir die tatsächliche Ausprägung von hören ab, so dass diejenigen Einträge übrig bleiben, bei denen ein Student die Vorgängervorlesung nicht hört (bzw. gehört hat).

$$\begin{aligned} R \;:=\; & (\rho_{\text{VorlNr}\leftarrow\text{Vorgänger}}(\Pi_{\text{MatrNr,Vorgänger}}(\text{hören} \bowtie_{\text{VorlNr=Nachfolger}} \text{voraussetzen})) \\ & -\text{hören}) \bowtie \text{Studenten} \end{aligned}$$

Abbildung 1 zeigt den zugehörigen Operatorbaum.

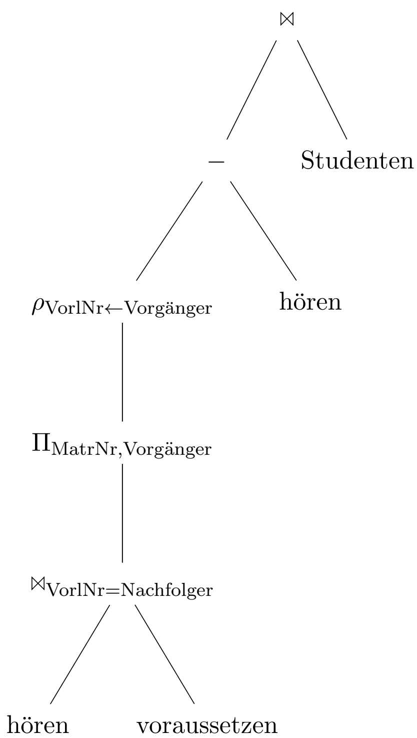


Abbildung 1: Operatorbaum

Hausaufgabe 2

Lösen Sie die Aufgaben der relationalen Algebra von Blatt 1 im Tupel- und Domänenkalkül.

(a) Geben Sie alle *Vorlesungen* an, die der *Student* Xenokrates gehört hat.

Formulierung im Tupelkalkül

$$\{\text{v} \mid \text{v} \in \text{Vorlesungen} \land \exists\ \text{h} \in \text{hören}(\text{v.VorlNr} = \text{h.VorlNr} \land \\ \land \exists\ \text{s} \in \text{Studenten}(\text{s.MatrNr} = \text{h.MatrNr} \land \text{s.Name} = \text{`Xenokrates'}))\}$$

Formulierung im Domänenkalkül

$$\{[\text{v,t}] \mid \exists\ \text{s,g}([\text{v,t,s,g}] \in \text{Vorlesungen} \land \exists\ \text{m}([\text{m,v}] \in \text{hören} \land \\ \exists\ \text{sem}([\text{m,`Xenokrates',sem}] \in \text{Studenten})))\}$$

(b) Geben Sie die Titel der direkten Voraussetzungen für die *Vorlesung* Wissenschaftstheorie an.

Formulierung im Tupelkalkül

$$\{[\text{v.Titel}] \mid \text{v} \in \text{Vorlesungen} \land \exists\ \text{vor} \in \text{voraussetzen}(\text{v.VorlNr} = \text{vor.Vorgänger} \land \\ \land \exists\ \text{v2} \in \text{Vorlesungen}(\text{v2.VorlNr} = \text{vor.Nachfolger} \land \\ \text{v2.Titel} = \text{`Wissenschaftstheorie'}))\}$$

Formulierung im Domänenkalkül

$$\{[\text{t}] \mid \exists\ \text{v,s,g}([\text{v,t,s,g}] \in \text{Vorlesungen} \land \exists\ \text{v2}([\text{v,v2}] \in \text{voraussetzen} \land \\ \exists\ \text{s2,g2}([\text{v2,`Wissenschaftstheorie',s2,g2}] \in \text{Vorlesungen})))\}$$

(c) Geben Sie Paare von *Studenten*(-Namen) an, die sich aus der *Vorlesung* Grundzüge kennen.

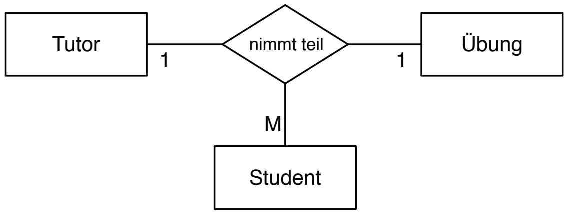
Formulierung im Tupelkalkül

$$\{[\text{s1.Name, s2.Name}] \mid \text{s1,s2} \in \text{Studenten} \land \exists\ \text{h1,h2} \in \text{hören} \\ (\text{s1.MatrNr} = \text{h1.MatrNr} \land \text{s2.MatrNr} = \text{h2.MatrNr} \land \\ \text{h1.VorlNr} = \text{h2.VorlNr} \land \text{s1.MatrNr} \neq \text{s2.MatrNr} \land \\ \exists \text{v} \in \text{Vorlesungen}(\text{h1.VorlNr} = \text{v.VorlNr} \land \text{v.Titel} = \text{`Grundzüge'}))\}$$

Formulierung im Domänenkalkül

$$\{[\text{n1,n2}] \mid \exists\ \text{m1,m2,s1,s2}(\text{m1} \neq \text{m2} \land [\text{m1,n1,s1}] \in \text{Studenten} \\ \land [\text{m2,n2,s2}] \in \text{Studenten} \land \exists\ \text{v}([\text{m1,v}] \in \text{hören} \\ \land [\text{m2,v}] \in \text{hören} \land \exists \text{s}([\text{v,`Grundzüge',s}] \in \text{Vorlesungen})))\}$$

Hausaufgabe 3



Ignorieren Sie die Funktionalitätsangaben und beantworten Sie:

- Wie viele partielle Funktionen der Form $A \times B \to C$ können in einer ternären Beziehung auftreten (Ignorieren Sie beim Zählen die Reihenfolge auf der linken Seite der Beziehung).
- Nennen Sie alle möglichen partiellen Beziehungen in der hier gezeigten Beziehung „nimmt teil“.
- Nennen Sie für jede Funktion in Prosa, welche Einschränkung diese darstellt, falls sie gilt.

Unter Berücksichtigung der Funktionalitätsangaben:

- Welche partiellen Funktionen gelten hier?

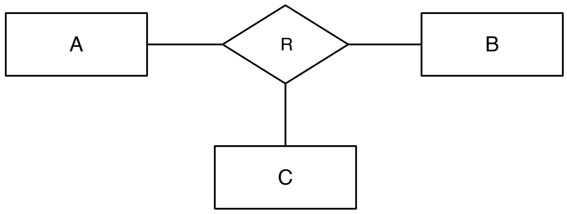
Es gibt drei mögliche partielle Funktionen:

$$Tutor \times Uebung \rightarrow Student \tag{1}$$
$$Tutor \times Student \rightarrow Uebung \tag{2}$$
$$Uebung \times Student \rightarrow Tutor \tag{3}$$

Würde Funktion 1 gelten, so darf ein Tutor pro Übung nur einen Studenten haben. Gilt Funktion 2, so darf ein Student bei einem Tutor nur eine Übung besuchen. Gilt Funktion 3, so darf es für eine konkrete Übung nur einen Tutor geben.

Zu den in der Abbildung gezeigten Kardinalitätsangaben „passen“ die partiellen Funktionen 2 und 3, weshalb diese für das Beispiel gelten. 1 gilt hingegen - wie auch bei uns im Übungsbetrieb - nicht.

Hausaufgabe 4



Angenommen, lediglich die partielle Funktion

$$A \times C \rightarrow B$$

gilt. Beschriften Sie die Abbildung mit Funktionalitätsangaben.

Beantworten Sie nun die Frage, wie Funktionalitätsangaben aus partiellen Funktionen und umgekehrt ermittelt werden können. Merken Sie sich die Antwort für die Klausur ;-)

An der Entität `B` wird eine 1 annotiert, an `A` und `C` jeweils ein N bzw. M.

Eine einfache Daumenregel ist, dass an die Entität, die auf der rechten Seite des Pfeiles einer geltenden partiellen Funktion steht, eine 1 annotiert wird. Es bietet sich daher an, für die sichere Bestimmung der Kardinaliätsangaben grundsätzlich die möglichen partiellen Funktionen aufzustellen und zu überlegen, welche Einschränkungen gewünscht sind.