Prof. Dr. Stefan Conrad
Dr. Leonie Selbach

Datenbanken: Eine Einführung
SS 2024

Beispiellösung zur Übung 5

Aufgabe 1

Betrachten Sie die folgenden Datenbankzustände und Relationenalgebra-Ausdrücke.

1. Zeichnen Sie die Ausdrücke als Operatorbaum.
2. Führen Sie die Operationen Schritt für Schritt aus und zeichnen Sie nach jeder Operation die resultierende Tabelle.

R

A	B	C
a	b	5
c	d	5
c	d	3

S

A	B	D
a	d	5
a	b	5
b	c	4
b	a	3
c	d	5
b	b	3

(a) $\sigma_{C=D}(R \bowtie_{R.B=S.B} S)$

Lösungsvorschlag:

$$\begin{array}{c} \sigma_{C=D} \\ | \\ \bowtie_{R.B=S.B} \\ / \quad \backslash \\ R \qquad S \end{array}$$

Ergebnis $R \bowtie_{R.B=S.B} S$:

R.A	R.B	C	S.A	S.B	D
a	b	5	a	b	5
a	b	5	b	b	3
c	d	5	a	d	5
c	d	5	c	d	5
c	d	3	a	d	5
c	d	3	c	d	5

Ergebnis $\sigma_{C=D}(R \bowtie_{R.B=S.B} S)$:

R.A	R.B	C	S.A	S.B	D
a	b	5	a	b	5
c	d	5	a	d	5
c	d	5	c	d	5

(b) $\pi_{A,D}(R \bowtie S)$

Lösungsvorschlag:

$$\begin{array}{c} \pi_{A,D} \\ | \\ \bowtie \\ / \quad \backslash \\ R \qquad S \end{array}$$

Ergebnis $R \bowtie S$:

A	B	C	D
a	b	5	5
c	d	5	5
c	d	3	5

Ergebnis $\pi_{A,D}(R \bowtie S)$:

A	D
a	5
c	5

(c) $\rho_{C \to D}(\pi_{B,C}(R)) \cap \pi_{B,D}(S)$

Lösungsvorschlag:

$$\begin{array}{ccc} & \cap & \\ / & & \backslash \\ \rho_{C \to D} & & \pi_{B,D} \\ | & & | \\ \pi_{B,C} & & S \\ | & & \\ R & & \end{array}$$

Ergebnis $\pi_{B,C}(R)$:

B	C
b	5
d	5
d	3

Ergebnis $\rho_{C \to D}(\pi_{B,C}(R))$:

B	D
b	5
d	5
d	3

Ergebnis $\pi_{B,D}(S)$:

B	C
d	5
b	5
c	4
a	3
b	3

Ergebnis $\rho_{C \to D}(\pi_{B,C}(R)) \cap \pi_{B,D}(S)$:

B	C
d	5
b	5

(d) $S \div \pi_{A,B}(R)$

Lösungsvorschlag:

$$\begin{array}{ccc} & \div & \\ / & & \backslash \\ S & & \pi_{A,B} \\ & & | \\ & & R \end{array}$$

Ergebnis $\pi_{A,B}(R)$:

A	B
a	b
c	d

Ergebnis $S \div \pi_{A,B}(R)$:

D
5

(e) $R \div \pi_C(\rho_{D\to C}(\sigma_{B\neq\text{'c'}}(S)))$

Lösungsvorschlag:

```
      ÷
     / \
    R   π_C
         |
       ρ_D→C
         |
       σ_B≠'c'
         |
         S
```

Ergebnis $\sigma_{B\neq\text{'c'}}(S)$:

A	B	D
a	d	5
a	b	5
b	a	3
c	d	5
b	b	3

Ergebnis $\rho_{D\to C}(\sigma_{B\neq\text{'c'}}(S))$:

A	B	C
a	d	5
a	b	5
b	a	3
c	d	5
b	b	3

Ergebnis $\pi_C(\rho_{D\to C}(\sigma_{B\neq\text{'c'}}(S)))$:

C
5
3

Ergebnis $R \div \pi_C(\rho_{D\to C}(\sigma_{B\neq\text{'c'}}(S)))$:

A	B
c	d

(f) *(Bonus)* Nach Vorlesung gilt:

$R_1 \cap R_2 = R_1 - (R_1 - R_2)$

1. Geben Sie hiermit die Ausdrücke in (c) als eine äquivalente Formel an
2. Führen Sie die Operationen der resultierenden Ausdrücke (Schritt für Schritt) aus und überprüfen Sie, dass das gleiche Ergebnis wie bei (c) herauskommt.

Lösungsvorschlag:

$R_1 = \rho_{C\to D}(\pi_{B,C}(R))$, $R_2 = \pi_{B,D}(S)$

Formel: $\rho_{C\to D}(\pi_{B,C}(R)) - (\rho_{C\to D}(\pi_{B,C}(R)) - \pi_{B,D}(S))$

Ergebnis $\rho_{C \to D}(\pi_{B,C}(R))$:

B	D
b	5
d	5
d	3

Ergebnis $\pi_{B,D}(S)$:

B	C
d	5
b	5
c	4
a	3
b	3

Ergebnis $\rho_{C \to D}(\pi_{B,C}(R)) - \pi_{B,D}(S)$:

B	C
d	3

Ergebnis $\rho_{C \to D}(\pi_{B,C}(R)) - (\rho_{C \to D}(\pi_{B,C}(R)) - \pi_{B,D}(S))$:

B	D
b	5
d	5

(g) *(Bonus)* Nach Vorlesung gilt:

$R_1 \div R_2 = \pi_{X'}(R_1) - \pi_{X'}((\pi_{X'}(R_1) \times R_2) - R_1)$
wobei $R_1 \subset REL(X_1), R_2 \subset REL(X_2)$ und $X' = X_1 \setminus X_2$

1. Geben Sie hiermit die Ausdrücke in (d) als eine äquivalente Formel an
2. Führen Sie die Operationen der resultierenden Ausdrücke (Schritt für Schritt) aus und überprüfen Sie, dass das gleiche Ergebnis wie bei (d) herauskommt.

Lösungsvorschlag:

$S = R_1$, $\pi_{A,B}(R) = R_2$
$X_1 = \{A, B, D\}$, $X_2 = \{A, B\} \Rightarrow X' = \{D\}$

Formel: $\pi_D(S) - \pi_D((\pi_D(S) \times \pi_{A,B}(R)) - S)$

Ergebnis $\pi_D(S)$:

D
5
4
3

Ergebnis $\pi_D(S) \times \pi_{A,B}(R)$:

A	B	D
a	b	5
a	b	4
a	b	3
c	d	5
c	d	4
c	d	3

Ergebnis $(\pi_D(S) \times \pi_{A,B}(R)) - S$:

A	B	D
a	b	4
a	b	3
c	d	4
c	d	3

Ergebnis $\pi_D((\pi_D(S) \times \pi_{A,B}(R)) - S)$:

D
4
3

Ergebnis $\pi_D(S) - \pi_D((\pi_D(S) \times \pi_{A,B}(R)) - S)$:

D
5

Aufgabe 2

Betrachten Sie das folgende Relationenmodell

- Kundin($\underline{\text{AusweisNr}}$, Name, FührerscheinNr, FührerscheinDatum)
- Auto($\underline{\text{ID}}$, Kennzeichen, Modell, Marke, $\overline{\text{AutohausID}}$)
- Autohaus($\underline{\text{ID}}$, Adresse)
- PKW($\underline{\overline{\text{AutoID}}}$, AnzahlSitze)
- LKW($\underline{\overline{\text{AutoID}}}$, Ladefläche)
- leiht($\underline{\overline{\text{AusweisNr}},\overline{\text{ID}}}$, Datum) *mit ID Fremdschlüssel auf ID in Auto*

Übersetzen Sie die folgenden Anfragen in Ausdrücke der Relationenalgebra und umgekehrt.

(a) Geben Sie alle Daten (= *Plural von Datum*) an, an denen ein LKW ausgeliehen wurde.

Geben Sie 3 verschiedene Ausdrücke an (und zwar einen mit Kreuzprodukt, einen mit Equi-Join und einen mit Natural Join)

Lösungsvorschlag:

$$\pi_{Datum}(\sigma_{ID=AutoID}(leiht \times LKW))$$
$$\pi_{Datum}(leiht \bowtie_{ID=AutoID} LKW)$$
$$\pi_{Datum}(\rho_{ID \rightarrow AutoID}(leiht) \bowtie LKW)$$

(b) Geben Sie die IDs aller Autohäuser an, in denen **ausschließlich** Autos der Marke BMW vorhanden sind.

Lösungsvorschlag:

$$\pi_{AutohausID}(Auto) - \pi_{ID}(\sigma_{Marke \neq \text{'BMW'}}(Auto))$$

(c) Geben Sie die AusweisNr aller Kund:innen an, die **alle** Autos vom Autohaus mit der ID 15 schon einmal ausgeliehen haben.

Lösungsvorschlag:

$$\pi_{AusweisNr,ID}(leiht) \div \pi_{ID}(\sigma_{AutohausID=15}(Auto))$$

(d) Geben Sie die ID aller Autohäuser an, in denen mindestens zwei Autos mit dem gleichen Modell vorkommen.

Lösungsvorschlag:

$$\pi_{A1.AutohausID}(\sigma_{A1.ID \neq A2.ID \land A1.Modell=A2.Modell \land A1.AutohausID=A2.AutohausID}(\rho_{A1}(Auto) \times \rho_{A2}(Auto)))$$

(e) $\pi_{Name}((leiht \bowtie Kundin) \bowtie_{AutoID=ID} (PKW))$

Lösungsvorschlag:

Geben Sie den Namen aller Kund:innen an, die einen PKW ausgeliehen haben.

(f) $\pi_{Name}(Kundin \bowtie (\pi_{AusweisNr}(Kundin) - \pi_{AusweisNr}(leiht)))$

Lösungsvorschlag:

Geben Sie die Namen aller Kund:innen an, die noch kein Auto ausgeliehen haben.

(g) $\pi_{Adresse}(Autohaus \bowtie_{Autohaus.ID=AutohausID} (Auto \bowtie_{ID=AutoID} LKW))$

Lösungsvorschlag:

Geben Sie die Adresse aller Autohäuser an, in denen mindestens ein LKW vorhanden ist.