Übungsblatt 4: DB:V

Abzugeben sind bis 12.12.2017, 23:59 Lösungen zu den Aufgaben 1, 2, 4, 5, 6a,b,c,d, 7, 8.

Aufgabe 1 : Multiple Choice (1+1+1 Punkte)

Beachten Sie, dass zu einer Frage mehrere Antworten zutreffen können. Eine Frage gilt als richtig beantwortet, falls alle zutreffenden und keine unzutreffende Antwort angekreuzt ist.

(a) Sei n die Anzahl der Tupel in einer Relation r. Die Ergebnisrelation nach Anwendung des σ-Operators auf r hat

- ☐ höchstens n Tupel.
- ☐ mindestens ein Tupel.
- ☐ immer n Tupel.

(b) Falls Projektionsoperationen direkt hintereinander ausgeführt werden, $\pi_\alpha \pi_\beta \pi_\gamma(r)$, können sie vertauscht werden, ohne daß sich die Ergebnisrelation ändert.

- ☐ ja
- ☐ nur, wenn $\alpha \cap \beta \cap \gamma \neq \emptyset$
- ☐ nur, wenn $\alpha \cap \beta \cap \gamma = \emptyset$

(c) Die Ergebnisrelation eines natürlichen Verbundes, $\bowtie$, zwischen zwei Relationen r_1 und r_2 mit $|r_1| = n$ und $|r_2| = m$ Tupeln hat

- ☐ höchstens $n \cdot m$ Tupel.
- ☐ höchstens $n + m$ Tupel.
- ☐ mindestens n Tupel.
- ☐ mindestens ein Tupel.
- ☐ manchmal kein Tupel.

Aufgabe 2 : $\mathcal{O}$-Kalkül (1+1+1+1 Punkte)

Informieren Sie sich über das $\mathcal{O}$-Kalkül. Bestimmen Sie die Zeit-Komplexitätsklassen der folgenden Operationen und erläutern Sie jeweils ihre Angaben in ein bis drei Sätzen.

(a) Selektion σ

(b) Umbenennung ρ

(c) Kartesisches Produkt $\times$

(d) Natural Join $\bowtie$

Aufgabe 3 : Beweis (Herausforderung)

Diese optionale Aufgabe wird auch in der Klausurvorbereitung nicht besprochen. Eine Abgabe wird korrigiert. Auf Anfrage werden Hinweise zur Lösung gegeben.

Es gelte $\mathcal{R}_2 \subseteq \mathcal{R}_1$. Beweisen Sie die folgende Äquivalenz:

$$r_1 \div r_2 = \pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(r_1) - \pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(\ (\pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(r_1) \times r_2) - r_1\ )$$

Es wird hierdurch also bewiesen, daß der Divisionsoperator die Ausdruckskraft der Relationenalgebra nicht erhöht, sondern nur zur Vereinfachung der Anfrageformulierung eingeführt wurde.

Hinweis: Zeigen Sie dass
(1) $\forall t \in r_1 \div r_2$ gilt $t \in \pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(r_1) - \pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(\ (\pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(r_1) \times r_2) - r_1\ )$
(2) $\forall t \in \pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(r_1) - \pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(\ (\pi_{(\mathcal{R}_1 - \mathcal{R}_2)}(r_1) \times r_2) - r_1\ )$ gilt $t \in r_1 \div r_2$

Aufgabe 4 : Relationenalgebra und Kalküle (2 Punkte)

Es seien die Relationenschemata $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$, $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$ und $\mathcal{R}_3 = \{A, B, C\}$ mit hierauf definierten Relationen r_1, r_2 bzw. r_3 gegeben.

Geben Sie zu dem folgenden relationalen Algebraausdruck einen äquivalenten sicheren Ausdruck im Tupelkalkül an:

$$\pi_{\{A,B\}}((r_1 \bowtie r_2) - r_3)$$

Aufgabe 5 : Relationenalgebra und Kalküle (1+1+1+1 Punkte)

Gegeben seien folgende Relationen einer relationalen Datenbank:

Kuenstler

ID	Name
K1	Billy Joel
K2	Enya

Song

ID	Titel	KuenstlerID
S1	Piano Man	K1
S2	Uptown Girl	K1
S3	Goodnight Saigon	K1
S4	We Didn't Start The Fire	K1
S5	Orinoco Flow	K2

SongAufCD

SongID	CDID
S1	C1
S1	C3
S2	C3
S3	C3
S4	C3
S4	C2
S5	C4

CD

ID	Titel
C1	Piano Man
C2	Die Ultra Megahits der 80er
C3	The Ultimate Collection
C4	Watermark

Sie sollen die Titel aller CDs bestimmen, die Songs von Billy Joel haben.

(a) Formulieren Sie eine passende Anfrage in der Relationenalgebra.

(b) Formulieren Sie eine passende Anfrage im Tupelkalkül.

(c) Formulieren Sie eine passende Anfrage im Domänenkalkül.

(d) Welche Ergebnistabelle ergibt sich aus der Anfrage?

Aufgabe 6 : Kalküle (1+1+1+1+0+0+0+0 Punkte)

Formulieren Sie die folgenden Algebraausdrücke sowohl im Tupelkalkül als auch im Domänenkalkül.

(a) $\sigma_{\mathsf{A}='\mathsf{C}'}(r_1(\mathcal{R}_1))$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B, C\}$

(b) $\pi_{\{\mathsf{A,B}\}}(r_1(\mathcal{R}_1))$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B, C\}$

(c) $r_1(\mathcal{R}_1) \bowtie r_2(\mathcal{R}_2)$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B, C\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{C, D, E\}$

(d) $r_1(\mathcal{R}_1) \cup r_2(\mathcal{R}_2)$ mit $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B, C\}$

(e) $r_1(\mathcal{R}_1) \cap r_2(\mathcal{R}_2)$ mit $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B, C\}$

(f) $r_1(\mathcal{R}_1) - r_2(\mathcal{R}_2)$ mit $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B, C\}$

(g) $r_1(\mathcal{R}_1) \times r_2(\mathcal{R}_2)$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B, C\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{D, E, F\}$

(h) $r_1(\mathcal{R}_1) \div r_2(\mathcal{R}_2)$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{A\}$

Aufgabe 7 : Kalküle (1+1+1+1 Punkte)

Gegeben seien folgende Relationen einer relationalen Datenbank, die Daten über Studenten und Vorlesungen verwaltet. Beachten Sie, dass es sich nur um einen Ausschnitt der Datenbank handelt.

Student			
Name	MatNr	Abschluss	Fach
Schmidt	30060	Bachelor	Informatik
Braun	30090	Master	Architektur
...	...	...	...

Vorlesung			
Name	VorlNr	Credits	Fakultät
Analysis	INF1310	6	Informatik
Datenbanken	INF3320	6	Informatik
Denkmalpflege	AR2410	4	Architektur
Numerik	INF3380	4	Informatik
...	...	...	...

Vorlesungsverzeichnis				
ID	VorlNr	Semester	Jahr	Professor
85	AR2410	Winter	2010	Vogel
92	INF1310	Winter	2010	Gürlebeck
102	INF3380	Sommer	2011	Gürlebeck
112	INF3390	Sommer	2011	Stein
...	...	...	...	...

Note		
MatNr	ID	Note
30060	112	1,0
30060	102	2,7
32090	92	2,3
32090	135	3,7
...	...	...

Teilnahmebedingung	
VorlNr	Voraussetzung
INF3320	INF3310
INF3380	INF1310
AR2240	AR2410
...	...

Formulieren Sie die folgenden Anfragen jeweils entweder im Tupelkalkül oder im Domänenkalkül, oder begründen Sie, warum dies nicht möglich ist:

(a) Welche Master-Studenten studieren Informatik?

(b) Welche Vorlesungen wurden von Professor Vogel in den Jahren 2009 und 2010 unterrichtet?

(c) Geben Sie für jede von Professor Stein unterrichtete Vorlesung (siehe ID im Vorlesungsverzeichnis) die Vorl.-Nr., das Semester, das Jahr und die Anzahl von Studenten, die die jeweilige Vorlesung besucht haben, an.

(d) Welche Studenten haben bislang in keiner einzigen Vorlesung die Note 1,0 erhalten?

Aufgabe 8 : Multiple Choice (1+1 Punkte)

(a) Die relationale Algebra, der auf sichere Ausdrücke eingeschränkte relationale Tupelkalkül und der auf sichere Ausdrücke eingeschränkte relationale Domänenkalkül sind gleichmächtig.

- ☐ Stimmt.
- ☐ Stimmt nicht.

(b) Der relationale Tupelkalkül und der relationale Domänenkalkül sind relational vollständig.

- ☐ Stimmt.
- ☐ Stimmt nicht.

Aufgabe 9 : Relationenalgebra

Seien zwei Relationenschema $\mathcal{R}_1$, $\mathcal{R}_2$ mit den Schlüsseln κ_1, κ_2 und zwei Relationen $r_1(\mathcal{R}_1)$, $r_2(\mathcal{R}_2)$ gegeben. Sei $r(\mathcal{R})$ das Ergebnis einer Operation op der relationalen Algebra: $r(\mathcal{R}) = op(r_1(\mathcal{R}_1))$ bei einstelligen Operationen und $r(\mathcal{R}) = r_1(\mathcal{R}_1) \;\; op \;\; r_2(\mathcal{R}_2)$ bei zweistelligen Operationen.

Geben Sie für die folgenden Operationen den Schlüssel κ von $\mathcal{R}$ möglichst genau an. Unterscheiden Sie verschiedene Fälle wenn nötig.

(a) $op = -$

(b) $op = \times$

(c) $op = \sigma_{\text{<COND>}}$

(d) $op = \pi_\alpha$

(e) $op = \div$

Nachfolgend finden Sie beispielhaft die Lösung für zwei Operationen:

- $op = \cup$ $\qquad \kappa = \kappa_1 = \kappa_2$
- $op = \rho_{\text{<Mapping>}}$ $\qquad \kappa = \kappa_1$ unter Berücksichtigung möglicher Umbenennungen in <Mapping>.

Aufgabe 10 : Tupelkalkül

Gegeben sei folgende Anfrage im Tupelkalkül:

$$\{s \mid \text{Studenten}(s) \wedge \\ \quad \forall v(\neg\text{Vorlesungen}(v) \;\vee\; \neg(v.\text{SWS} = 4) \vee \\ \qquad \exists h(\text{hoeren}(h) \;\wedge\; (h.\text{VorlNr} = v.\text{VorlNr}) \;\wedge\; (h.\text{MatrNr} = s.\text{MatrNr})))\}$$

Formulieren Sie die Anfrage so um, dass nur Atome, Existenzquantoren ($\exists$, $\nexists$) und UND/ODER-Verknüpfungen ($\wedge, \vee$) in der Formel vorkommen: $\{s \mid \ldots\}$