Übungsblatt 3: DB:V

Abzugeben sind bis 4.12.2019, 23:59 Lösungen zu den Aufgaben 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9.

Aufgabe 1 : Multiple Choice (1+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, zum Beispiel $\pi_\alpha \pi_\beta \pi_\gamma(r)$, 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) Falls Selektionsoperationen direkt hintereinander ausgeführt werden, zum Beispiel $\sigma_{cond_1} \sigma_{cond_2} \sigma_{cond_3}(r)$, können sie vertauscht werden, ohne dass sich die Ergebnisrelation ändert.
- ☐ ja
- ☐ nur, wenn $cond_1, cond_2, cond_3$ Bedingungen an verschiedene Attribute von r sind
- ☐ in keinem Fall

(d) 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 in Bezug zu der Anzahl der Tupel in den Relationen für die 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 (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) Welche Ergebnistabelle ergibt sich aus der Anfrage?

Aufgabe 5 : Relationenalgebra (1 Punkte)

Gegeben sei das Datenbankschema von Aufgabe 4 und die folgenden zwei Anfragen, um den Namen des Künstlers zu bestimmen, der die CD mit dem Titel Piano Man aufgenommen hat:

(1) $\pi_{\text{K.Name}}(\sigma_{\text{C.ID=A.CDID} \wedge \text{A.SongID=S.ID} \wedge \text{S.KuenstlerID=K.ID} \wedge \text{C.Titel='PianoMan'}}$
$(\rho_{\text{C}}(\text{CD}) \times \rho_{\text{A}}(\text{SongAufCD}) \times \rho_{\text{S}}(\text{Song}) \times \rho_{\text{K}}(\text{Kuenstler})))$

(2) $\pi_{\text{Name}}(\rho_{\text{KuenstlerID} \leftarrow \text{ID}}(\text{Kuenstler})$
$\bowtie \rho_{\text{SongID} \leftarrow \text{ID}}(\pi_{\text{ID,KuenstlerID}}(\text{Song}))$
$\bowtie \text{SongAufID}$
$\bowtie \rho_{\text{CDID} \leftarrow \text{ID}}(\sigma_{\text{Name='PianoMan'}}(\text{CD}))$

Welche der beiden Anfragen wird effizienter ausgeführt und warum?

Aufgabe 6 : Algebra und Kalküle: Zuordnung (4 Punkte)

Ordnen Sie Operationen der relationalen Algebra den weiter unten stehenden Formulierungen im Tupelkalkül zu: (1) σ (2) π (3) $\cap$ (4) $\bowtie$ (5) $\times$ (6) $\ltimes$ (7) $\rtimes$ (8) $-$ (9) $\div$

(a) $\{t \mid r_1(t) \wedge r_2(t)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B\}$

(b) $\{t.\mathsf{B} \mid r_1(t) \wedge \forall s(\neg r_2(s) \vee \exists q(r_1(q) \wedge s.\mathsf{A} = q.\mathsf{A} \wedge q.\mathsf{B} = t.\mathsf{B}))\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{A\}$

(c) $\{(t_1.\mathsf{A}) \mid r_1(t_1)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$

(d) $\{(t_2.\mathsf{B}, t_2.\mathsf{C}) \mid r_1(t_1) \wedge r_2(t_2) \wedge t_1.\mathsf{B} = t_2.\mathsf{B}\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$

(e) $\{t_1 \mid r_1(t_1) \wedge t_1.\mathsf{A} =' \text{hallo}'\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$

(f) $\{(t_1.\mathsf{A}, t_1.\mathsf{B}, t_2.\mathsf{B}, t_2.\mathsf{C}) \mid r_1(t_1) \wedge r_2(t_2)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$

(g) $\{(t_1.\mathsf{A}, t_1.\mathsf{B}) \mid r_1(t_1) \wedge \exists t_2(r_2(t_2) \wedge t_1.\mathsf{B} = t_2.\mathsf{B})\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$

(h) $\{(t_1.\mathsf{A}, t_1.\mathsf{B}, t_2.\mathsf{C}) \mid r_1(t_1) \wedge r_2(t_2) \wedge t_1.\mathsf{B} = t_2.\mathsf{B}\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$

(i) $\{t \mid r_1(t) \wedge \neg r_2(t)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B\}$

Aufgabe 7 : 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 8 : 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:

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

Aufgabe 9 : Tupelkalkül (2 Punkte)

Gegeben sei folgende Anfrage im Tupelkalkül:

$$\{s \mid \mathsf{Studenten}(s) \land \\ \quad \forall v(\neg\mathsf{Vorlesungen}(v) \lor \\ \qquad ((v.\mathsf{SWS} = 4) \to \exists h(\mathsf{hoeren}(h) \ \land \ (h.\mathsf{VorlNr} = v.\mathsf{VorlNr}) \ \land \ (h.\mathsf{MatrNr} = s.\mathsf{MatrNr}))))\}$$

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