Übungsblatt 4: Grundlagen relationaler Anfragesprachen

Abzugeben sind bis 7.12.2022, 23:59 Lösungen zu den Aufgaben 1, 3, 4, 5a,c, 7, 8,

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 jede zutreffende 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 : 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 3 : Relationenalgebra (3 Punkte)

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. Zum Beispiel:

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

(a) $op = -$

(b) $op = \times$

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

(d) $op = \pi_\alpha$

(e) $op = \div$

(f) $op = \ltimes$

Aufgabe 4 : Kalküle (3 Punkte)

Formulieren Sie die folgenden Algebraausdrücke im Domänenkalkül.

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

(b) $\pi_{\{\mathsf{A},\mathsf{B}\}}(r_1(\mathcal{R}_1))$ 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 $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B, C\}$

Aufgabe 5 : Algebra und Kalküle: Zuordnung (2+0+1 Punkte)

Bestimmen sie für die gegebenen Formulierungen im Tupelkalkül die entsprechenden Operationen der relationalen Algebra.

(a) Bestimmen sie die entsprechenden Operationen:

(a1) $\{t_1 \mid r_1(t_1) \wedge t_1.\mathsf{A} =' \text{hallo}'\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$
(a2) $\{(t_1.\mathsf{A}) \mid r_1(t_1)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$
(a3) $\{t_1 \mid r_1(t_1) \vee r_2(t_1)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B\}$
(a4) $\{t \mid r_1(t) \wedge r_2(t)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B\}$

(b) Ordnen sie den Formulierungen die folgenden Operationen zu:

1. $\bowtie$ 2. $\times$ 3. $\ltimes$ 4. $\rtimes$

(b1) $\{(t_1.\mathsf{A}, t_1.\mathsf{B}, t_2.\mathsf{B}, t_2.\mathsf{C}) \mid r_1(t_1) \wedge r_2(t_2)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$

(b2) $\{(t_1.\mathsf{A}, t_1.\mathsf{B}, t_2.\mathsf{C}) \mid r_1(t_1) \wedge r_2(t_2) \wedge t_1.\mathsf{B} = t_2.\mathsf{B}\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$

(b3) $\{(t_2.\mathsf{B}, t_2.\mathsf{C}) \mid r_1(t_1) \wedge r_2(t_2) \wedge t_1.\mathsf{B} = t_2.\mathsf{B}\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$

(b4) $\{(t_1.\mathsf{A}, t_1.\mathsf{B}) \mid r_1(t_1) \wedge \exists t_2(r_2(t_2) \wedge t_1.\mathsf{B} = t_2.\mathsf{B})\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \{A, B\}$ und $\mathcal{R}_2 = \{B, C\}$

(c) Bestimmen sie die entsprechende Operation:

(c1) $\{t \mid r_1(t) \wedge \neg r_2(t)\}$ mit $\mathcal{R}_1 = \mathcal{R}_2 = \{A, B\}$

Aufgabe 6 : Relationenalgebra und Kalküle

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 7 : Tupelkalkül (1 Punkte)

Gegeben sei folgende Anfrage im Tupelkalkül:

$$\begin{aligned}&\{s \mid \mathsf{Studenten}(s) \wedge \\ &\quad \forall v(\neg \mathsf{Vorlesungen}(v) \vee \\ &\qquad ((v.\mathsf{SWS} = 4) \rightarrow \exists h(\mathsf{hoeren}(h) \ \wedge \ (h.\mathsf{VorlNr} = v.\mathsf{VorlNr}) \ \wedge \ (h.\mathsf{MatrNr} = s.\mathsf{MatrNr}))))\}\end{aligned}$$

Formulieren Sie die Anfrage so um, dass alle Implikationen $\rightarrow$ und $\forall$-Quantoren aufgelöst sind und lösen sie die Klammern durch Anwendung der De Morganschen Regeln so weit wie möglich auf.

Aufgabe 8 : Projektaufgabe: Handelsplattform - Relationale Anfragen $\boxed{\text{P}}$ (6 (+1 Bonus) Punkte)

Formalisieren Sie die folgenden, typischen Anfragen an die Datenbank ihrer Handelsplattform mithilfe der relationalen Algebra, des Tupelkalküls und des Domänenkalküls. Sie können das relationale Schema aus der Beispiellösung oder ihr eigenes aus dem Übungsblatt 3 verwenden. Wenn Sie ihre eigene Lösung weiterverwenden erhalten sie einen Bonuspunkt. Passen Sie ihr Schema so an, dass die folgenden Anfragen beantworten werden können und geben sie das Schema erneut an.

(a) Selektieren Sie die Produktdaten (Produktname, Preis) der Produkte, die einen Stückpreis von €10 nicht überschreiten.

(b) Listen Sie die Kunden auf (Kunden-Nr., Name), die mindestens eine Bestellung getätigt haben.

(c) Liefern Sie alle Produkte (Produkt-Nr, Name), die noch nie einen Award erhalten haben.

(d) Listen Sie die Produkte (Produkt-Nr., Name) auf, die bereits von allen gespeicherten Kunden bestellt worden sind.