
Aufgabe 1

Welche Eigenschaften haben die folgenden Historien jeweils (seriell, serialisierbar, rücksetzbar, vermeidet kaskadierendes Rücksetzen, strikt)? Geben Sie *alle* zutreffenden Eigenschaften an.

Aufgabe 1 a)

$w_1[x]w_1[y]c_1r_2[x]w_2[z]c_2r_3[y]a_3$

Aufgabe 1 b)

$w_1[x]w_2[x]w_2[y]w_1[y]w_1[z]c_1c_2$

Aufgabe 1 c)

$w_1[x]w_2[z]r_2[y]r_1[y]c_1w_2[x]r_2[z]c_2$

Aufgabe 1 d)

$r_1[x]w_1[x]r_2[x]w_2[y]r_1[y]w_1[z]c_1c_2r_3[z]w_3[x]c_3$

Aufgabe 1 e)

$r_1[x]w_2[x]w_1[y]c_1r_3[y]c_3w_4[y]c_2a_4$

Aufgabe 1 f)

$r_1[x]r_2[z]w_2[x]w_2[z]c_2w_1[z]c_1$

Aufgabe 1 g)

$r_1[x]w_1[y]r_2[y]w_1[z]w_2[z]c_1w_2[x]c_2$

Aufgabe 1 h)

$w_3[z]r_1[z]w_1[y]w_1[x]w_2[x]r_3[y]c_1w_3[y]c_2a_3$

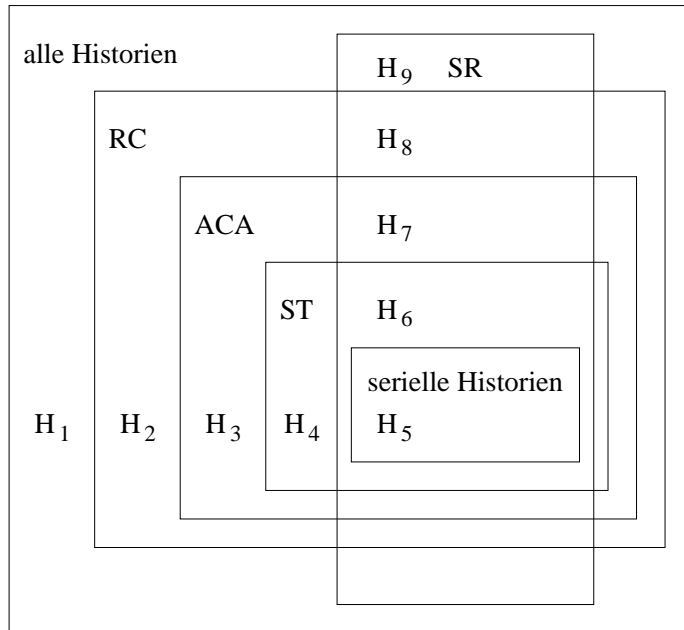


Abbildung 1: Beziehungen von Historienklassen zueinander

Aufgabe 2

Abbildung 1 zeigt die Beziehungen von Historienklassen zueinander. Zeigen Sie, dass alle Mengen in diesem Diagramm nicht leer sind, d.h. geben Sie Beispiele für die Historien H_1 bis H_9 an.

Aufgabe 3

Aufgabe 3 a)

Welche Eigenschaften garantiert die Einhaltung des Zwei-Phasen-Sperrprotokolls (2PL) durch den Scheduler für die von ihm erzeugten Historien? Kann insbesondere die Rücksetzbarkeit der erzeugten Historien gewährleistet werden? Begründen Sie.

Aufgabe 3 b)

Worin unterscheidet sich das strenge Zwei-Phasen-Sperrprotokoll vom Zwei-Phasen-Sperrprotokoll? Welche Auswirkungen hat der Einsatz des strengen 2PL-Sperrprotokolls auf die vom Scheduler erzeugten Historien?

Aufgabe 3 c)

Ein Problem beim Einsatz von sperrbasierten Synchronisationsverfahren ist das Auftreten von Verklemmungen (sog. *Deadlocks*). Geben Sie eine Abfolge von Operationen an, die bei Einsatz des Zwei-Phasen-Sperrprotokolls zu einem Deadlock führt. Was kann das Datenbanksystem tun um den Deadlock aufzulösen?

Aufgabe 3 d)

Wie können beim Einsatz des Zwei-Phasen-Sperrprotokoll Deadlocks vermieden werden?

Aufgabe 4

Gegeben seien die Transaktionen T_1, T_2, T_3, T_4 und T_5 sowie die Datenelemente a, b, c, d, e und f . Es gelte das strenge Zwei-Phasensperrprotokoll.

- $T_i(s, a)$ bzw. $T_i(S, a)$ bedeute, dass die Transaktion T_i eine S-Sperre (Shared Lock) auf dem Datenelement a hält bzw. anfordert.
- $T_i(x, a)$ bzw. $T_i(X, a)$ bedeute, dass die Transaktion T_i eine X-Sperre (Exclusive Lock) auf dem Datenelement a hält bzw. anfordert.

Folgende Sperren werden aktuell durch die Transaktionen gehalten:

1. $T_1(x, a), T_1(s, b), T_1(s, e)$,
2. $T_2(s, b)$,
3. $T_3(s, c), T_3(s, e)$,
4. $T_4(s, c), T_4(x, d), T_4(s, e)$,
5. $T_5(x, f)$

Die einzelnen Transaktionen fordern jeweils folgende Sperren an, um mit der Bearbeitung fortfahren zu können:

$T_1(X, c), T_2(S, f), T_3(X, b), T_4(S, a), T_5(X, d)$

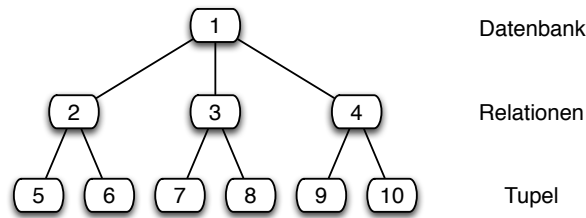
Zeichnen Sie den Wartegraphen dieser Transaktionen. Begründen Sie anhand Ihres Wartegraphen warum eine Verklemmung vorliegt. Lösen sie diese Verklemmung durch Zurücksetzen *einer* Transaktion auf.

Aufgabe 5

Gegeben sei die Kompatibilitätsmatrix für das Multi-Granularity-Locking (MGL)

	S	X	IS	IX	SIX
S	✓	-	✓	-	-
X	-	-	-	-	-
IS	✓	-	✓	✓	✓
IX	-	-	✓	✓	-
SIX	-	-	✓	-	-

Weiterhin sei die folgende logische Hierarchie in einem Datenbanksystem gegeben. Auf der höchsten Ebene (Knoten 1) befindet sich eine ganze Datenbank, darunter Relationen (Knoten 2-4) und auf der niedersten Ebene einzelne Tupel (Knoten 5-10).



Drei Transaktionen T1, T2 und T3 fordern folgende Sperren an:

- T1: Exklusive Sperre auf Knoten 5
- T2: Lese-Sperre auf Knoten 7
- T3: Lese-Sperre auf Knoten 4

Welche Sperren müssen in den darüberliegenden Hierarchieebenen bei Einsatz von MGL angefordert werden? Können alle erforderlichen Sperren parallel vergeben werden, d.h. sind sie miteinander kompatibel?

Anmerkung: In der Übung kam die Frage auf, warum SIX nicht kompatibel ist mit IX. SIX steht für "share and intention exclusive". Alle mit dieser Sperre belegten Knoten sind deshalb mit einem S-Lock und zusätzlich einem IX-Lock belegt. Die Sperre ist somit kompatibel mit allen Sperren, die sowohl mit S, als auch mit IX kompatibel sind.