TU München, Fakultät für Informatik
Lehrstuhl III: Datenbanksysteme
Prof. Alfons Kemper, Ph.D.

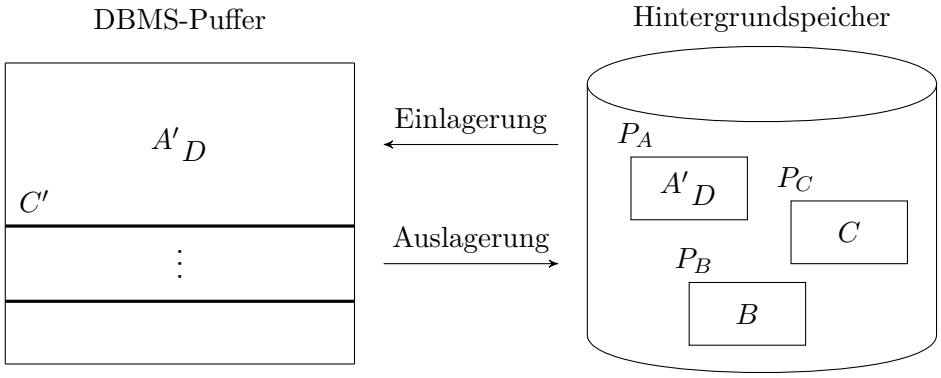
Übung zur Vorlesung *Einsatz und Realisierung von Datenbanken* im SoSe23

Alice Rey, Maximilian Bandle, Michael Jungmair (i3erdb@in.tum.de)
http://db.in.tum.de/teaching/ss23/impldb/

Blatt Nr. 01

Hausaufgabe 1

Demonstrieren Sie anhand eines Beispiels, dass man die Strategien *force* und ¬*steal* nicht kombinieren kann, wenn parallele Transaktionen gleichzeitig Änderungen an Datenobjekten innerhalb einer Seite durchführen. Betrachten Sie dazu z.B. die unten dargestellte Seitenbelegung, bei der die Seite P_A die beiden Datensätze A und D enthält. Entwerfen Sie eine verzahnte Ausführung zweier Transaktionen, bei der eine Kombination aus *force* und ¬*steal* ausgeschlossen ist.



Lösung:

Folgendes Beispiel zeigt, warum man *force* und ¬*steal* nicht kombinieren kann:

Schritt	T_1	T_2
1.	**BOT**	
2.		**BOT**
3.	read(A)	
4.		read(D)
5.		write(D)
6.	write(A)	
7.	**commit**	

In Schritt 7 führt T_1 einen commit aus. Aufgrund der *force*-Strategie müssen nun alle von dieser Transaktion geänderten Seiten ausgelagert werden. Im Beispiel hat T_1 nur P_A geändert, also muss diese ausgelagert werden. Gleichzeitig existiert aber noch eine laufende Transaktion T_2, die ebenfalls die Seite P_A verändert hat. Wegen der ¬*steal*-Strategie dürfen keine Seiten ausgelagert werden, die von noch nicht beendeten Transaktionen bearbeitet

wurden. Im Beispiel muss also P_A zwingend ausgelagert werden, da T_1 einen commit ausführt, aber P_A darf nicht ausgelagert werden, da sie von der noch laufenden Transaktion T_2 verändert wurde, was einen Widerspruch darstellt.

Hausaufgabe 2

Überlegen Sie sich, bei welcher Seitenersetzungsstrategie bei einem Wiederanlauf eine *Redo*- bzw. eine *Undo*-Phase notwendig ist. Verwenden Sie in diesem Zusammenhang den Begriff *dirty*. Welche der beiden Phasen entfällt bei einer Hauptspeicherdatenbank?

Lösung:

- $\neg force$: erfordert eine *Redo*-Phase, da nach einem erfolgreichen *commit* die Änderungen einer somit abgeschlossenen Transaktion (*Winner*) nicht in der Datenbasis materialisiert sein müssen.
- *steal*: erfordert eine *Undo*-Phase, da Änderungen einer noch nicht abgeschlossenen Transaktion (*Loser*) bereits auf der Datenbasis (im Hintergrundspeicher) materialisiert sein können, wenn die entsprechende Seite ausgelagert worden ist, da modifizierte Seiten (*dirty*) von einer Auslagerung nicht ausgeschlossen sind. Eine Seite ist *dirty*, sobald ihr Inhalt geändert worden ist und nicht mehr mit der materialisierten Datenbasis übereinstimmt.
- Bei einer Hauptspeicherdatenbank befindet sich die materialisierte Datenbasis ausschließlich im Hauptspeicher ($\neg force$ und $\neg steal$), ein Verlust des Hauptspeichers erfordert ein *Redo* der vollständigen Datenbasis, dafür ist eine *Undo*-Phase nicht nötig.

Hausaufgabe 3

In Abbildung 1 ist die verzahnte Ausführung der beiden Transaktionen T_1 und T_2 und das zugehörige *Log* auf der Basis logischer Protokollierung gezeigt. Wie sähe das Log bei physischer Protokollierung aus, wenn die Datenobjekte A, B und C die Initialwerte 1000, 2000 und 3000 hätten?

Lösung: Vgl. Übungsbuch

$$[\#1, T_1, \textbf{BOT}, 0]$$
$$[\#2, T_2, \textbf{BOT}, 0]$$
$$[\#3, T_1, P_A, A{=}950, A{=}1000, \#1]$$
$$[\#4, T_2, P_C, C{=}3100, C{=}3000, \#2]$$
$$[\#5, T_1, P_B, B{=}2050, B{=}2000, \#3]$$
$$[\#6, T_1, \textbf{commit}, \#5]$$
$$[\#7, T_2, P_A, A{=}850, A{=}950, \#4]$$
$$[\#8, T_2, \textbf{commit}, \#7]$$

Hausaufgabe 4

Leider erhalten wir einen Fehler mit Hauptspeicherverlust der in Abbildung 1 gezeigten Ausführung nach Schritt 13. Welche Transaktion ist ein *Winner*, welche ein *Loser*? Geben Sie alle nötigen Kompensations-Rekorde (CLR) an.

Schritt	T_1	T_2	Log [LSN,TA,PageID,Redo,Undo,PrevLSN]
1.	**BOT**		[#1, T_1, **BOT**, 0]
2.	$r(A, a_1)$		
3.		**BOT**	[#2, T_2, **BOT**, 0]
4.		$r(C, c_2)$	
5.	$a_1 := a_1 - 50$		
6.	$w(A, a_1)$		[#3, T_1, P_A, A–=50, A+=50, #1]
7.		$c_2 := c_2 + 100$	
8.		$w(C, c_2)$	[#4, T_2, P_C, C+=100, C–=100, #2]
9.	$r(B, b_1)$		
10.	$b_1 := b_1 + 50$		
11.	$w(B, b_1)$		[#5, T_1, P_B, B+=50, B–=50, #3]
12.	**commit**		[#6, T_1, **commit**, #5]
13.		$r(A, a_2)$	
14.		$a_2 := a_2 - 100$	
15.		$w(A, a_2)$	[#7, T_2, P_A, A–=100, A+=100, #4]
16.		**commit**	[#8, T_2, **commit**, #7]

Abbildung 1: Verzahnte Ausführung zweier Transaktionen und das erstellte Log

Lösung: T_1 konnte erfolgreich abschließen und ist somit ein *Winner*, T_2 konnte kein *commit* ausführen und ist ein *Loser*. Daher müssen wir für alle Änderungen von T_2 einen CLR anlegen. Es erfolgte eine Änderung von T_2 in Schritt 8, diese müssen wir, nach einem erfolgten Wiederanlauf aller bis Schritt 13 geschriebenen Log-Dateien, zurücksetzen.

$$<\#4', T_2, P_C, C\text{–=}100, \#4, \#2 >$$
$$<\#2', T_2, -, -, \#4', 0 >$$

Hausaufgabe 5

Sie verwenden ein Datenbanksystem mit Write-Ahead-Logging und der Strategie ¬*force* und *steal*. Die Datenbank verwaltet zwei Datenobjekte A und B mit einem Anfangswert von jeweils 1 ($A = 1$ und $B = 1$). Sie starten zwei Transaktionen T_1 und T_2 zeitgleich:

T_1	T_2
BOT	**BOT**
$r(A, a_1)$	$r(B, b_2)$
$r(B, b_1)$	$r(A, a_2)$
$a_1 := a_1 + 1$	$b_2 := b_2 \cdot 10$
$b_1 := b_1 + 1$	$a_2 := a_2 \cdot 5$
$w(A, a_1)$	$w(B, b_2)$
$w(B, b_1)$	$w(A, a_2)$
COMMIT	**COMMIT**

Während der Ausführung stürzt Ihre Datenbank ab. Sie wissen nicht, welche Transaktionen erfolgreich ausgeführt worden sind. Nehmen Sie an, die Datenbank erzeugt ausschließlich

serielle Historien. Bevor Sie die Datenbank neu starten, durchsuchen Sie die Festplatte und stellen fest, dass B dort den Wert 20 hat, A den Wert 2. Auch nach einem Neustart mit erfolgreichem Wiederherstellungsprozess liefert die Datenbank für A den Wert 2.

- Welche der Transaktionen hat erfolgreich committed (*Winner*), welche nicht (*Loser*)?

  Lösung: T_1 war erfolgreich, T_2 nicht

- Geben Sie das Log in *logischer* Protokollierung an, wie es zum Zeitpunkt des Absturzes auf der Platte stand (A liegt auf Seite `P_A` und B auf Seite `P_B`).

  Lösung:
  ```
  [#1, T_1, BOT,0]
  [#2, T_1, P_A, A+=1, A-=1, #1]
  [#3, T_1, P_B, B+=1, B-=1, #2]
  [#4, T_1, COMMIT,#3]
  [#5, T_2, BOT,0]
  [#6, T_2, P_B, B*=10, B/=10, #5]
  ```

- Geben Sie die im Rahmen des Wiederanlaufs erzeugten CLRs (*compensation log records*) auf Basis logischer Protokollierung an.

  Lösung:
  ```
  <#6', T_2, P_B, B/=10, #6, #5>
  <#5', T_2, -, -, #6',0>
  ```