

DB II B: DBMS-Implementierung

Übung 9: Puffer/Cache für Plattenblöcke

Prof. Dr. Stefan Brass

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Wintersemester 2021/22

<http://www.informatik.uni-halle.de/~brass/dbi21/>

Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Hausaufgabe 7a
- 3 7b
- 4 7c
- 5 7d
- 6 7e
- 7 7f
- 8 Wiederholungsaufgaben

Corona-Regeln, Organisatorisches, Links

- In der kommenden Woche (13–17.12.2021) soll alle Lehre rein online sein.
- Bei der Vorlesung heute nachmittag beabsichtige ich, das Kapitel über C++ weiter zu behandeln (Klassen).

- Link zum Adminer:

[<https://dbs.informatik.uni-halle.de/db2b/adminer?oracle=oracle-18.4-xe-db2b%2FXEPDB1&username=&db=USERS>]

- Oracle Reference Manual:

[<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/refrn/>]

Literatur-Nutzung

- Haben Sie sich ein Lehrbuch zum Thema beschafft (z.B. aus der Bibliothek ausgeliehen oder gekauft). Es ist nicht verlangt, dass Sie es schon gelesen haben.

Ja/Nein-Umfrage.

- Haben Sie Lehrmaterialien im Internet gelesen (z.B. ein Skript eines anderen Datenbank-Professors)?

Mein Skript (Folien) zählt nicht. Das haben ja hoffentlich alle Teilnehmer gelesen. Ja/Nein-Umfrage.

Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Hausaufgabe 7a**
- 3 7b
- 4 7c
- 5 7d
- 6 7e
- 7 7f
- 8 Wiederholungsaufgaben

Aufgabe 7a: Buffer Pools (1)

Aufgabe:

- Welche Buffer Pools hat unsere Oracle Datenbank (möglicherweise ist es auch nur einer)?
- Wie groß ist der Buffer Pool jeweils, d.h. wieviel Hauptspeicher ist dafür reserviert und wieviel Blöcke kann er aufnehmen?
- Siehe:
 - [https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/refrn/V-BUFFER_POOL.html]
 - [https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/refrn/V-BUFFER_POOL_STATISTICS.html]

Aufgabe 7a: Buffer Pools (2)

Lösung:

- SQL Anfrage eines Studenten:

```
SELECT name, block_size,  
       current_size AS "Hauptspeicher",  
       current_size * 1024 * 1024 / block_size  
         AS "Bloecke"  
FROM   V$BUFFER_POOL
```

CURRENT_SIZE ist in Megabytes gemessen.

- Bitte keine Zeilen über 80 Zeichen!
- Ergebnis:

NAME	BLOCK_SIZE	Hauptspeicher	Bloecke
DEFAULT	8192	960	122880

Aufgabe 7a: Buffer Pools (3)

Lösung:

- Wenn `RESIZE_STATE='STATIC'`, ist `TARGET_BUFFERS` die Anzahl Puffer-Rahmen.

```
SELECT name, block_size,  
       current_size || ' MB' AS "RAM",  
       CASE WHEN RESIZE_STATE='STATIC'  
            THEN TARGET_BUFFERS END AS "Bloecke"  
FROM   V$BUFFER_POOL
```

Nullwert, falls gerade Änderung. Man könnte auch Intervall von `PREV_BUFFERS` bis `TARGET_BUFFERS` ausgeben.

- Ergebnis:

NAME	BLOCK_SIZE	Hauptspeicher	Bloecke
DEFAULT	8192	960 MB	117480

Etwas weniger Blöcke (vielleicht enthält RAM auch Hashtabelle etc.?)

Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Hausaufgabe 7a
- 3 7b**
- 4 7c
- 5 7d
- 6 7e
- 7 7f
- 8 Wiederholungsaufgaben

Aufgabe 7b (1)

Aufgabe:

- Schreiben Sie eine **CREATE TABLE** Anweisung mit den folgenden Parametern: **TABLESPACE**, **BUFFER_POOL**, **CACHE**.
Geben Sie diese Parameter explizit an, selbst wenn Sie den Default-Wert wählen.
- Die Tabelle sollte mindestens zwei Spalten haben für die Statistik-Nummer und den Statistik-Wert wie in **V\$SYSSTAT** und **V\$SESSTAT**:
 - [<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/refrn/V-SYSSTAT.html>]
 - [<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/refrn/V-SESSTAT.html>]
 - [<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/refrn/V-STATNAME.html>]

Aufgabe 7b (2)

Aufgabe, Forts.:

- Sie dürfen weitere Spalten hinzufügen, wenn diese Ihnen nützlich erscheinen für die Anfrage unter g).
- Bei Bedarf finden Sie die Syntax der **CREATE TABLE** Anweisung hier (in der Oracle SQL Reference):
 - [<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/sqlrf/CREATE-TABLE.html>]
- Von dort gibt es auch einen Verweis auf die „Storage Clause“, die z.B. auch im **CREATE INDEX** verwendet wird:
 - [https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/sqlrf/storage_clause.html]

Aufgabe 7b (3)

Lösung:

- Tabelle mit den beiden Spalten (plus zusätzlich Name):

```
CREATE TABLE VORHER(  
    STAT_NR NUMERIC(4) NOT NULL PRIMARY KEY,  
    NAME     VARCHAR(65) NOT NULL UNIQUE,  
    VALUE    NUMERIC(15) NOT NULL)  
TABLESPACE USERS  
STORAGE(BUFFER_POOL DEFAULT)  
CACHE
```

- Sie hätten keine Tabellen im Tablespace **SYSTEM** oder **SYSAUX** anlegen sollen!

Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Hausaufgabe 7a
- 3 7b
- 4 7c
- 5 7d
- 6 7e
- 7 7f
- 8 Wiederholungsaufgaben

Aufgabe 7c (1)

Aufgabe:

- Kopieren Sie wenigstens die drei Statistik-Werte aus **V\$SYSSTAT**, die Sie für die Berechnung der Cache Hit Ratio brauchen, in diese Tabelle.

Sie dürfen weitere Werte speichern. Da Sie über den Adminer keine fortlaufende Sitzung bekommen, sind die Werte in **V\$SESSTAT** nicht besonders nützlich (Sie müssten jedenfalls die benötigten Anweisungen mit Semikolon getrennt alle zusammen im Eingabeformular des Adminers eingeben.).

- Leider haben sich die Namen der benötigten Werte leicht geändert. Im Kapitel 13 des „Database Performance Tuning Guide“ finden Sie eine Formel für die „Hit Ratio“:

[<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/tgdba/tuning-database-buffer-cache.html>]

Aufgabe 7c (2)

Aufgabe, Forts.:

- Sie benötigen folgende drei Statistik-Werte:

- `consistent gets from cache`
- `db block gets from cache`
- `physical reads cache`

- Eine Beschreibung der Statistik-Werte finden Sie in der Oracle Database Reference:

[<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/refrn/statistics-descriptions-2.html>]

Die Änderung gegenüber dem Skript ergibt sich daraus, dass jetzt auch „consistent direct gets“ in die „consistent gets“ einfließen. Diese umgehen den Buffer Pool. (Direkte Schreibzugriffe würden für das Laden großer Datenmengen in die Datenbank verwendet.)

Aufgabe 7c (3)

Lösung:

- Aktuellen Stand der drei Statistik-Werte speichern:

```
INSERT INTO VORHER(STAT_NR, NAME, VALUE)
SELECT S.STATISTIC#, N.NAME, S.VALUE
FROM   V$SYSSTAT S, V$STATNAME N
WHERE  S.STATISTIC# = N.STATISTIC#
AND    N.NAME IN (
           'consistent gets from cache',
           'db block gets from cache',
           'physical reads cache')
```

- Alternativ hätte man auch eine Obermenge speichern können, z.B. alle, oder alle der „Class“ 8 (Cache):

```
AND    BITAND(N.CLASS, 8) = 8
```

Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Hausaufgabe 7a
- 3 7b
- 4 7c
- 5 7d**
- 6 7e
- 7 7f
- 8 Wiederholungsaufgaben

Aufgabe 7d (1)

Aufgabe:

- Führen Sie eine beliebige Anfrage aus, die relativ viele Daten benötigt.

Wenn Sie wollen, dürfen Sie auch mehrere Anfragen ausführen.

- Sie könnten z.B. die folgende Anfrage verwenden:

```
SELECT COUNT(*) FROM DICT_COLUMNS
```

- Wenn alle Vorlesungsteilnehmer diese Anfrage verwenden, wird die „Hit Ratio“ aber vermutlich 100% sein.

Sie sollten die Anfrage auch nicht testweise kurz vor der Messung ausführen (die Messung läuft, seit Sie die Statistik-Werte gespeichert haben).

- In die Messung gehen natürlich auch Zugriffe anderer Nutzer ein.

Aufgabe 7d (2)

- Beliebige aufwändige Anfrage, z.B.

```
SELECT COUNT(*)  
FROM   DBA_TAB_COLUMNS
```

- Das lässt sich allerdings durch einen Index-Scan bearbeiten.

- Zweiter Versuch:

```
SELECT MAX(LENGTH(column_name))  
FROM   DBA_TAB_COLUMNS
```

- Tatsächlich müsste bei passendem Index noch immer nicht auf die Tabelle zugegriffen werden.

Aber immerhin die Blattknoten vollständig gelesen. Möglicherweise sind Data Dictionary Anfragen allgemein problematisch, weil es hier den getrennten „Row Cache“ gibt.

Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Hausaufgabe 7a
- 3 7b
- 4 7c
- 5 7d
- 6 7e**
- 7 7f
- 8 Wiederholungsaufgaben

Aufgabe 7e: Berechnung der Hit Ratio (1)

Aufgabe:

- Nun schreiben Sie eine Anfrage, die die Differenz der aktuellen Statistik-Werte zu den gespeicherten Werten bildet, und daraus die Cache Hit Ratio berechnet.

Bitte geben Sie die drei Differenzen aus und zusätzlich die Hit Ratio. Das Ergebnis soll eine Tabelle mit zwei Spalten sein, dem Namen des Leistungs-Indikators in der ersten Spalte (z.B. „Hit Ratio“), und dem Wert in der Zweiten. Die Hit Ratio soll in Prozent ausgegeben werden.

- Die Formel für die Hit Ratio ist:

$$1 - \frac{P}{C + D} = \frac{C + D - P}{C + D}$$

- P : physical reads cache
- C : consistent gets from cache
- D : db block gets from cache

Aufgabe 7e: Berechnung der Hit Ratio (2)

- SQL-Anfrage zur Berechnung von Differenzen und Hit Ratio:

```
WITH DIFF AS
```

```
    (SELECT V.NAME, (S.VALUE - V.VALUE) AS VALUE  
     FROM   VORHER V, V$SYSSTAT S  
     WHERE  V.STAT_NR = S.STATISTIC#)
```

```
SELECT * FROM DIFF
```

```
UNION ALL
```

```
SELECT 'Hit Ratio' AS NAME,  
       ROUND((1 - P.VALUE/(C.VALUE+D.VALUE))  
            * 100) AS VALUE
```

```
FROM   DIFF P, DIFF C, DIFF D
```

```
WHERE  P.NAME = 'physical reads cache'
```

```
AND    C.NAME = 'consistent gets from cache'
```

```
AND    D.NAME = 'db block gets from cache'
```

Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Hausaufgabe 7a
- 3 7b
- 4 7c
- 5 7d
- 6 7e
- 7 7f**
- 8 Wiederholungsaufgaben

Aufgabe 7f: Simulation eines Puffer-Managers (1)

Aufgabe:

- Simulieren Sie einen Cache für Datenbank-Blöcke, der nach der LRU Methode arbeitet, und nur vier Puffer-Rahmen hat.
- Auf folgende Blöcke wird in der gegebenen Reihenfolge zugegriffen:

10, 12, 15, 20, 30, 12, 40, 15, 10, 12.

Die Blöcke werden „gepinnt“ und sofort wieder freigegeben.

- Welche Blöcke sind am Ende im Puffer, und was war die „Hit Ratio“?

Aufgabe 7f: Simulation eines Puffer-Managers (2)

Lösung:

- Startzustand (nach Hochfahren der Datenbank):

Puffer-Rahmen:

--	--	--	--

 A B C D

LRU-Queue: A,B,C,D Hits: 0 Misses: 0
 ←

- Zugriff auf Block 10 (Miss):

Puffer-Rahmen:

10			
----	--	--	--

 A B C D

LRU-Queue: B,C,D,A Hits: 0 Misses: 1
 ←

Aufgabe 7f: Simulation eines Puffer-Managers (3)

Lösung, Forts.:

- Zugriff auf Block 12 (Miss):



LRU-Queue: C,D,A,B Hits: 0 Misses: 2
←

- Zugriff auf Block 15 (Miss):



LRU-Queue: D,A,B,C Hits: 0 Misses: 3
←

Aufgabe 7f: Simulation eines Puffer-Managers (4)

Lösung, Forts.:

- Zugriff auf Block 20 (Miss):



LRU-Queue: A,B,C,D
←

Hits: 0 Misses: 4

- Zugriff auf Block 30 (Miss, Block 10 wird verdrängt):



LRU-Queue: B,C,D,A
←

Hits: 0 Misses: 5

Aufgabe 7f: Simulation eines Puffer-Managers (5)

Lösung, Forts.:

- Zugriff auf Block 12 (Hit):



LRU-Queue: C,D,A,B Hits: 1 Misses: 5


- Zugriff auf Block 40 (Miss, Block 15 wird verdrängt):



LRU-Queue: D,A,B,C Hits: 1 Misses: 6


Aufgabe 7f: Simulation eines Puffer-Managers (6)

Lösung, Forts.:

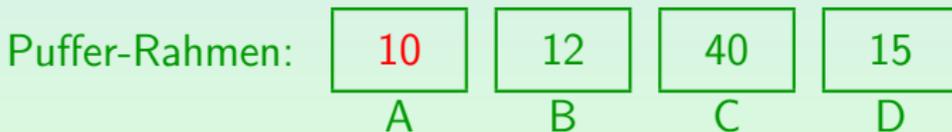
- Zugriff auf Block 15 (Miss, Block 20 wird verdrängt):



LRU-Queue: A,B,C,D
←

Hits: 1 Misses: 7

- Zugriff auf Block 10 (Miss, Block 30 wird verdrängt):



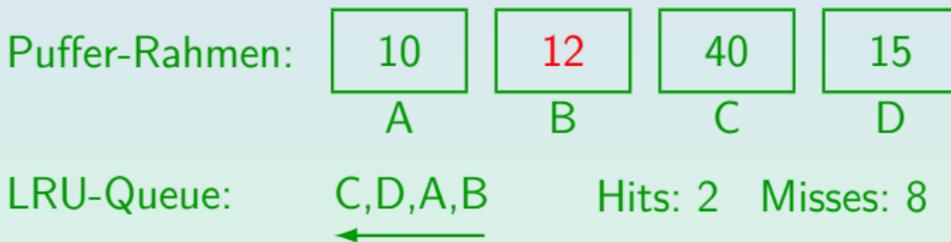
LRU-Queue: B,C,D,A
←

Hits: 1 Misses: 8

Aufgabe 7f: Simulation eines Puffer-Managers (7)

Lösung, Forts.:

- Zugriff auf Block 12 (Hit):



- Gesamtanzahl Zugriffe: 10
Cache Hits: 2
Also Hit Ratio: 20%

Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Hausaufgabe 7a
- 3 7b
- 4 7c
- 5 7d
- 6 7e
- 7 7f
- 8 Wiederholungsaufgaben**

Fragen in mündlichen Prüfungen (1)

- Nennen Sie einige Merkmale verschiedener Speicher-Medien und vergleichen Sie den Hauptspeicher (RAM) mit Platten (klassische Magnetplatten).
- Was ist ein „logischer Blockzugriff“, ein „physischer Blockzugriff“, ein „Cache Hit“ und ein „Cache Miss“? Wie ist die „Hit Ratio“ definiert?
- Angenommen, es gab 1000 logische Blockzugriffe und 100 physische Blockzugriffe. Was ist die „Hit Ratio“ (Trefferquote) des Pufferspeichers?
- Welchen Wert sollte man für die „Hit Ratio“ bei einer normalen OLTP Datenbank ungefähr erwarten?

Es gibt hier nicht die eine korrekte Antwort, sondern einen Bereich von plausibelen Werten.

Fragen in mündlichen Prüfungen (2)

- Warum erreicht man öfters eine vernünftige „Hit Ratio“ des Datenbank-Puffers obwohl der Hauptspeicher sehr viel kleiner ist als die Datenbank?
 - Wenn z.B. der Puffer im Hauptspeicher nur 20% der Datenbank-Größe ist, würde man doch eine wesentlich bessere Trefferquote („Hit Ratio“) erwarten als 20%.
- Angenommen, man hat eine relativ große Datenbank (z.B. 60 GB), aber auch einen großen Server mit z.B. 128 GB Hauptspeicher (RAM).
 - Was wären die Vor- und Nachteile eines Standard-DBMS mit einem Cache für DB-Blöcke
 - im Vergleich zu einem System, das beim Start die ganze Datenbank in den Hauptspeicher liest?

Fragen in mündlichen Prüfungen (3)

- Warum läuft eine Anfrage meist schneller, wenn sie zum zweiten Mal ausgeführt wird (kurz nach der ersten Ausführung)?
- Angenommen, Sie wollen die Leistung zweier DBMS vergleichen.
 - Sie legen die gleiche Datenbank in beiden Systemen an und vergleichen die Laufzeit einiger Beispiel-Anfragen.
 - Warum könnten die Anbieter der Systeme die Ergebnisse als fragwürdig betrachten?
- Erläutern Sie das Interface eines typischen Puffer-Managers.
- Erklären Sie die LRU Ersetzungsstrategie.
Wofür steht dieses Akronym?

Fragen in mündlichen Prüfungen (4)

- Was ist das Problem des „Sequential Flooding“ des Puffers?
 - Was ist die Lösung in Oracle?
 - Welche andere Lösung gibt es?
- Welche Informationen haben die oberen Schichten eines DBMS, die für die Ersetzungsstrategie nützlich wären?
- Was ist der Unterschied zwischen „Consistent Gets“ und „DB Block Gets“ in Oracle?
- Woher bekommt man die Information, um die „Cache Hit Ratio“ in Oracle zu bestimmen?
- Angenommen, die „Cache Hit Ratio“ in Ihrer Oracle Datenbank ist schlecht. Was könnten Sie tun, um diesen Wert (also die Leistung des Puffers) zu verbessern?

Fragen in mündlichen Prüfungen (5)

- Was bewirkt der Parameter **CACHE** im **CREATE TABLE** Statement von Oracle?
- Was ist der Zweck der „Buffer Pools“ **DEFAULT**, **KEEP** und **RECYCLE** in Oracle? Wie können Sie verwendet werden, um die „Hit Ratio“ zu verbessern?
- Was ist die grundlegende Idee der „Five Minute Rule“?
 - Warum könnte es notwendig sein, weitere Platten zu kaufen, obwohl der Speicherplatz der vorhandenen Platten ausreicht?
 - Warum kann auch der Kauf von mehr RAM das Problem lösen?