

Datenbanken II B: DBMS-Implementierung — 7. Übungsblatt: Puffer für DB-Blöcke —

Hausaufgaben

Geben Sie die Aufgaben dieses Abschnitts bis Mittwoch, 08.12.2021, 18⁰⁰, über die Übungsplattform in StudIP ab. Schreiben Sie die Lösungen in eine `.txt`-Datei bzw. `.sql`-Datei (kein PDF und schon gar kein Word).

- a) (**2 Punkte**) 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?

- [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]

- b) (**4 Punkte**) Schreiben Sie eine `CREATE TABLE` Anweisung mit den folgenden Parametern: `TABLESPACE`, `BUFFER_POOL` und `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>]

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>]

- c) **(4 Punkte)** 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>]

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. Eine Verwendung direkter Lesezugriffe ist mir noch nicht bekannt.)

- d) **(2 Punkte)** Führen Sie eine beliebige Anfrage aus, die relativ viele Daten benötigt. 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. Wenn Sie wollen, dürfen Sie auch mehrere Anfragen ausführen.

- e) **(4 Punkte)** 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. Sie dürfen zusätzlich auch weitere Leistungsindikatoren ausgeben, wenn Sie möchten. 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:

$$1 - \frac{\text{physical reads cache}}{\text{consistent gets from cache} + \text{db block gets from cache}}$$

- f) (4 Punkte) 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 (sie werden „gepinnt“ und sofort wieder freigegeben):

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

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

Wiederholungsaufgaben

Die „Wiederholungsaufgaben“ brauchen Sie nicht abzugeben. Beschäftigen Sie sich aber bitte auch mit diesen Aufgaben. Sie müssen damit rechnen, dass Sie beim Online-Treffen gebeten werden, einen Teil des Vorlesungs-Stoffes zu wiederholen und insbesondere eine der Fragen zu beantworten. Umgekehrt können Sie natürlich auch fragen. Notieren Sie sich Fragen, die Sie gerne in der Übung geklärt haben wollen.

- g) Wie würden Sie in einer mündlichen Prüfung auf folgende Fragen antworten?
- 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 plausiblen Werten.)
 - 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-Datenbanksystems mit einem Cache für DB-Blöcke im Vergleich zu einem System, das beim Start die ganze Datenbank in den Hauptspeicher liest?
 - Warum läuft eine Anfrage meist schneller, wenn sie zum zweiten Mal ausgeführt wird (kurz nach der ersten Ausführung)?

- Angenommen, Sie wollen die Leistung zweier Datenbank-Managementsysteme 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?
- 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 Datenbanksystems, die zur Verbesserung der 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?
- 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?

Für Interessierte

h) Schauen Sie sich wenigstens einen der folgenden Artikel an:

- Wolfgang Effelsberg and Theo Haerder:
Principles of Database Buffer Management.
ACM Transactions of Database Systems, Vol. 9, No. 4, Dez. 1984, pp. 560–595.
[<http://dx.doi.org/10.1145/1994.2022>]
- Jim Gray and Gianfranco R. Putzolu: The 5 Minute Rule for Trading Memory for Disk Accesses and The 10 Byte Rule for Trading Memory for CPU Time.
Proceedings of the ACM SIGMOD Conference, 1987, pp. 395–398.
[<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=38713.38755>]
- Goetz Graefe: The Five-minute Rule: 20 Years Later and How Flash Memory Changes the Rules.
ACM Queue, Vol 6, Issue 4, September 24, 2008.
[<http://queue.acm.org/detail.cfm?id=1413264>]

Wenn Sie von einer IP-Adresse der Universität aus auf die ACM Digital Library zugreifen (ggf. über das VPN), können Sie die PDFs der Artikel kostenlos herunterladen. Die Universität hat diese digitale Bibliothek abonniert. Allerdings sind dort teilweise auch Artikel von anderen Organisationen oder Verlagen nachgewiesen. Der kostenlose Zugriff gilt nur für Artikel, die von der ACM selbst herausgegeben wurden. Die „Association for Computing Machinery“ hat aber viele eigene wissenschaftliche Zeitschriften und Tagungs-Reihen. Sie können als Student dort auch zu recht günstigen Konditionen Mitglied werden.

i) Schauen Sie sich die Tabelle `V$DB_CACHE_ADVICE` an (sie ist bei uns mit Daten befüllt):

[https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/18/refrn/V-DB_CACHE_ADVICE.html]

Mehr Erklärungen zu den Werten finden Sie im schon zitierten Kapitel 13 des „Database Performance Tuning Guide“ (Abschnitt 13.2.1):

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