

ORA-01555 snapshot too old - Eine unerwartete Reise

Martin Hoermann
ORDIX AG
Paderborn

Schlüsselworte

ORA-1555, Read Consistency, Delayed Block Cleanout, UNDO-Segment, UNDO-Tablespace

Einleitung

Wer kennt sie nicht, die Fehlermeldung „ORA-01555 snapshot too old“? Dieser Vortrag erläutert die Fehlerursache und die Situationen, in denen es zu diesem Laufzeitfehler kommt. Begleiten Sie den Autor auf eine unerwartete Reise.

ORA-01555 snapshot too old

Führt eine Session eine Abfrage auf der Datenbank aus, so wird zu Beginn der Abfrage die System Change Number (SCN) ermittelt. Die SCN ist eine Art datenbankinterne „Uhrzeit“ welche einen eindeutigen, konsistenten Zustand der Datenbank identifiziert. Die Abfrage liefert - egal wie lange sie läuft - die Daten zurück, die zu dieser SCN aktuell waren. Dieser Mechanismus wird als konsistentes Lesen bezeichnet. Das konsistente Lesen funktioniert ohne Sperren, so dass es deutliche Vorteile gegenüber der Implementierung des ANSI-Isolation Level „Read Committed“ der meisten Datenbanken hat.

Das konsistente Lesen erfolgt über die UNDO-Segmente der Datenbank. Wird ein Oracle-Block verändert, so wird der alte Stand (Before Image) in den UNDO-Segmenten gespeichert. Liest eine Session einen Block, so prüft die Session im Block Header die SCN. Ist die SCN älter als die SCN der Abfrage so kann der Block-Inhalt verwendet werden. Ist die SCN neuer, so wurde der Block nach dem Beginn der Abfrage verändert. Die Abfrage prüft, ob eine so genannte Consistent-Read-Version des Blocks mit der passenden SCN im Block Buffer zur Verfügung steht. Falls nicht, sucht die Abfrage den zugehörigen UNDO-Eintrag und stellt die Consisten-Read-Version des Blocks selbst her. Aus diesem Block wird dann die Abfrage bedient.

Kann aus den UNDO-Segmenten die benötigte Version nicht mehr hergestellt werden, bricht die lesende Session mit der Fehlermeldung „ORA-01555 snapshot too old“ ab.

UNDO-Segmente

Die Datenbank verfügt über eine dynamische Anzahl an UNDO-Segmenten, welche in einem separaten Tablespace liegen. Beim Real Application Cluster (RAC) gibt es je Instanz ein UNDO-Tablespace. Jedes UNDO-Segment verfügt zudem über einen Transaction-Header und UNDO-Blöcke. Führt eine Transaktion Änderungen durch, so muss sie zuerst einen Slot im Transaction-Header belegen und dann die UNDO-Blöcke entsprechend des Änderungsbedarfs.

Ein UNDO-Extent durchläuft folgende drei Stufen:

- **ACTIVE**
Das UNDO-Extent wird von einer offenen Transaktion verwendet.
- **UNEXPIRED**
Das UNDO-Extent wird benötigt, um die UNDO_RETENTION-Zeit zu gewährleisten.

- EXPIRED
Das UNDO-Extent ist zum Überschreiben bereit.

Der Initialisierungsparameter UNDO_RETENTION gibt die Zeit in Sekunden vor, für die die UNDO-Informationen mindestens zur Verfügung stehen sollen. Diese Zeit kann auf der Ebene des Tablespace auch garantiert werden, dies geschieht mit dem Befehl:

```
ALTER TABLESPACE undo RETENTION GUARANTEE;
```

Wird die Garantie nicht explizit festgelegt, sind zwei Fälle zu unterscheiden. Hat der UNDO-Tablespace die Eigenschaft AUTOEXTEND, so wird der Tablespace bei Bedarf vergrößert, um die Retention-Zeit zu gewährleisten. Ist die Eigenschaft AUTOEXTEND nicht freigeschaltet, werden bei Bedarf auch Extents im Status UNEXPIRED überschrieben. Die UNDO-Informationen genügen dann nicht mehr der Retention-Zeit.

Werden in einem beliebigen Zeitraum weniger UNDO-Informationen geschrieben, als Platz im UNDO-Tablespace zur Verfügung steht, so werden die UNDO-Informationen für diesen beliebigen Zeitraum - der auch sehr lang sein kann - gehalten.

Abfragedauer, UNDO-Retention, ORA-01555

Die Wahrscheinlichkeit für einen ORA-01555-Fehler hängt sehr eng mit der Abfragedauer und den UNDO-Einstellungen zusammen. Läuft eine Abfrage weniger als UNDO_RETENTION-Sekunden und werden keine Extents im Status UNEXPIRED überschrieben, ist der Fehler ausgeschlossen. Wurden aber Extents aufgrund eines zu kleinen UNDO-Tablespace überschrieben, so ist ein solcher Fehler möglich.

Läuft eine Abfrage länger als UNDO_RETENTION-Sekunden und werden UNDO-Informationen benötigt, die bereits überschrieben wurden, so erhält die lesende Abfrage den Fehler ORA-01555.

Fehlersituationen und deren Lösung

Grundsätzlich sei erwähnt, dass der Fehler ORA-01555 ein Laufzeitfehler ist, der von der aktuellen Situation der Datenbank abhängig ist. Bei seltenen Auftreten kann es fachlich ausreichend sein, die Abfrage einfach zu einem späteren Zeitpunkt erneut auszuführen. Tritt der Fehler aber häufiger auf, als dies fachlich akzeptable ist, bedarf es einer Analyse. In allen Fällen hilft eine Vergrößerung des Parameters UNDO_RETENTION und ein entsprechend großer UNDO-Tablespace, so dass keine Extents im Status UNEXPIRED überschrieben werden. Möglicherweise führt aber genau dies zu einer nicht akzeptablen Größe des UNDO-Tablespace. Dann ist eine genauere Analyse notwendig.

Eine typische Situation ist eine lange Abfrage verbunden mit einer hohen Aktivität auf dem UNDO-Tablespace. In einer solchen Situation sind folgende Lösungen möglich:

- Optimierung der lang laufenden Abfrage, so dass diese eine kürzere Laufzeit hat.
- Reduktion der Menge der UNDO-Informationen soweit dieses im Kontext der Applikation möglich ist. Hierzu gehören z.B. Nologging-Operationen.
- Zeitlicher Versatz zwischen lang laufenden Abfragen und änderungsintensiven Zeiten

Eine weitere typische Fehlersituation ist das so genannten „fetches across commits“. Das folgende Code-Fragment zeigt ein solches Beispiel. Hierbei wird die lesende Tabelle während der Abfrage

verändert. Werden dabei Blöcke z.B. aufgrund des Ausführungsplans mehrfach besucht, steigt die Gefahr für den Fehler ORA-01555:

```
BEGIN
  FOR rec IN ( SELECT * FROM tabelle ORDER BY id ) LOOP
    UPDATE tabelle SET val = val + 1 WHERE id = rec.id;
    commit;
  END LOOP;
END;
```

Mögliche Lösungen für das Problem sind:

- Weniger oder keine Commits innerhalb der Schleife.
- Die logische und physikalische Sortierung möglichst identisch halten.
- Die äußere Abfrage in eine temporäre Tabelle auslagern.

Eine eher seltene Variante des Fehlers taucht im Zusammenhang mit dem so genannten „delayed block cleanout“ auf. Wird ein Datenblock verändert, so kann er in die Datenbankdatei geschrieben werden (z.B. durch einen Checkpoint), bevor die Transaktion beendet wird. Der Transaction-Slot des Blocks wird nach dem Commit dann nicht aktualisiert. Liest eine Abfrage zu einem späteren Zeitpunkt diesen Block, so muss die SCN des Blocks gesetzt werden. Dieses Aufräumen wird als „delayed block cleanout“ bezeichnet. In der Regel kann die Abfrage die SCN entweder in den UNDO-Informationen finden oder aber eine obere Grenze für die SCN des Blocks bestimmen. Lediglich, wenn die Abfrage sehr lang läuft und die älteste UNDO-Information jünger als der Beginn der Abfrage ist, kann die Abfrage nicht mehr mit Sicherheit bestimmen, ob der Block eventuell während der Laufzeit verändert wurde. Genau in diesem Fall wird der Fehler ORA-01555 geworfen. Mögliche Lösungen des Problems sind:

- Optimierung der lang laufenden Abfrage, so dass diese eine kürzere Laufzeit hat.
- Erzwingen des block cleanouts durch einen vorgelagerten Full Table Scan.

Eine ebenfalls seltene Variante des Fehlers taucht im Zusammenhang mit dem Überschreiben von UNDO-Extents im Status UNEXPIRED auf. Ist die Menge an Änderungen sehr umfangreich, kommt es massiv zum Überschreiben von Extents im Status UNEXPIRED. In diesem Fall werden nicht immer die ältesten Extents zuerst überschrieben, so dass es schon bei relativ jung geänderten Blöcken zu einem ORA-01555 kommen kann. Ist der UNDO-Tablespace bereits sehr groß, kann eine Verringerung der UNDO-Retention Abhilfe schaffen. Extents werden dadurch früher auf EXPIRED gesetzt und die zeitliche Reihenfolge beim Überschreiben wird eher eingehalten.

Analysen

Die View `v$UNDOSTAT` ermöglicht eine detaillierte Analyse des Umfelds von Fehlern des Typs ORA-01555. Die View stellt eine Zeile für jeweils 10 Minuten zur Verfügung. Folgende Spalten sind dabei besonders interessant:

- `SSOLDERRCNT`
Anzahl der ORA-01555 Fehler in diesem Zeitraum
- `MAXQUERYLEN/MAXQUERYID`
Länge und SQL-ID der längsten Abfrage in diesem Zeitraum.

- UNXPSTEALCNT
Anzahl Versuche UNDO im Status UNEXPIRED zu überschreiben
- EXPSTEALCNT
Anzahl Versuche UNDO im Status EXPIRED zu überschreiben

Des Weiteren ist die Analyse des SQL-Befehls notwendig, welcher den Fehler selbst bekommen hat. Wie zuvor beschrieben muss dies nicht immer die Abfrage sein, die gerade am längsten läuft. Der Kontext in dem der Fehler auftaucht ist hier besonders wichtig.

Fazit

Die meisten Fehler vom Typ ORA-01555 können durch eine Vergrößerung der UNDO_RETENTION und/oder eine Vergrößerung des UNDO-Tablespace vermieden werden. Erst wenn dies bis zu einem gewissen Grad nicht mehr möglich ist, ist eine detaillierte Analyse notwendig.

Der Vortrag beleuchtet den Zusammenhang zwischen dem Parameter UNDO_RETENTION, der Größe des UNDO-Tablespace, der Länge der Abfrage und weiterer Details. Gerade die Sonderfälle, in denen der Fehler auftaucht, machen eine Analyse nicht immer einfach. Mitunter kann die Empfehlung, den Parameter UNDO_RETENTION zu erhöhen das Problem sogar noch vergrößern.

Mit den oben aufgeführten Lösungen sollte es aber immer möglich sein, einen stabilen Betrieb zu gewährleisten.

Kontaktadresse:

Martin Hoermann
ORDIX AG
Westermauer 12-16
D-33098 Paderborn

Telefon: +49 (0) 5251 / 1063-0
Fax: +49 (0) 180 1 67349 0
E-Mail: info@ordix.de
Internet: www.ordix.de