SQL튜닝 및 개발 가이드

목 차

Optimizer 관련 권장사항 요약

다음은 일부 Optimizer와 관련된 Parameter의 주요 변경사항을 요약하였다. 가장 중요한 것은 'workarea_size_policy'를 AUTO로 운영할 것인지, MANUAL로 운영할 것인지 이며, AUTO로 운영하게 되면 *_AREA_SIZE를 이용하지 않고 가능한 Temp I/O 없이 Sort,Hash Memory를 이용하므로 Perfoamce의 상당한 효과를 준다. 또한 Plan에 영향을 주는 주요항목이다. 기본적으로 아래의 Parameter를 설정한 환경하에서 Tuning하도록 하며, Full Table Scan의 규모가 자주 나서, 가능한 Index Scan위주로 변경하고자 한다면, optimizer_index_caching=0->20 ~ 40

,optimizer_index_cost_adj=100 -> 40~80정도로 조정해 볼 필요가 있다. 기존의 시스템에 비해 DB Block Size가 늘어나고, db_file_multiblock_read_count도 늘어난다면 Full Table Scan이 기존 시스템보다 커질 가능성이 아주 높다. 그러므로 이 파라메터에 주의를 기울여야 한다.

항목	권 장 사항 내용
1. Oracle Parameter	✓ db_file_multiblock_read_count=16 or 32 ✓ hash_join_enabled=TRUE ✓ **optimizer_index_caching=0 (OPEN이후 Full Table 비중이 너무 높을 경우 20 ~ 40으로)** ✓ **optimizer_index_cost_adj=100 (OPEN이후 Full Table 비중이 너무 높을 경우 40 ~ 80으로)** ✓ **pga_aggregate_target= (OS Memory – SGA) * 0.2 (==>SGA를 제외한 OS Memory의 20%로 Start)** ✓ **query_rewrite_enabled=TRUE** ✓ session_cached_cursors=0 (Literal SQL을 공유화 이후 100정도 설정) ✓ **shared_pool_reserved_size=0** ✓ **shared_pool_size=(기존 값의 1.5배)** ✓ transaction_auditing=FALSE ✓ **workarea_size_policy=AUTO (==> *_AREA_SIZE는 필요 없음)** ✓ optimizer_dynamic_sampling=(1(=>9i), 2(=>10g) ✓ skip_unusable_indexes=TRUE (10g Only) ✓ **statistics_level=TYPICAL (9i,10g)**
2. SQL 유형 및 Tuning	✓ 1회성 Literal SQL유형 전면 수정(Bind변수로 공유화) ==> PRO*C의 Method 2,3,4를 사용. ✓ 비효율적인 SQL에 대해 Tuning. ✓ 실행빈도가 높은 SQL은 가능한 더 정교하게 Tuning (V$SQL의 Execution의 역순에 의해 확인) ✓ V$SORT_USAGE를 통해 TEMP과다 발행 SQL은 Tuning ✓ Row Chaining%가 높은 Table은 신 시스템 구축시 PCTFREE를 기존보다 크게 준다. ✓ HASH Join등을 적극 활용

	✓ 신기능 및 새로운 SQL 기법 적용. (SQL 1999, GROUPING SET 등) ✓ LOOP Query 는 가능한 줄일 수 있는 방법으로 변경 ✓ 계산 용도의 SQL 제거. APP단에서 처리 ✓ 불필요한 Function제거 ✓ 불필요한 Hint제거. Hint는 Optimizer의 판단을 방해한다. ✓ PREFETCH, Bulk Binding,Bulk Collecting,Array Processing등 적극 활용
3. PRO*C Compile Option	✓ PRO*C의 PreCompile option의 Prefetch=100, release_cursor=no, hold_cursor=no를 Default로 적용 (**단 관련 Module이 Bind변수화 되어 있다면 HOLD_CURSOR=YES로 적용**) ✓ DBMS_APPLICATION_INFO Package를 이용한 SQL의 실행 Source를 확인할 수 있는 체제 구축

SQL Tuning을 위한 Guide

SQL Tuning시 주의점

1. 가능한 Hint는 사용하지 않는다.

   ✓ 1차적으로 Plan이 원하는 경우가 아닐 경우 통계정보를 확인해 본다.

      ◆ DBA_TABLES,DBA_INDEXES,DBA_TAB_COLUMNS 확인, 최종 Analyze시간.

      ◆ 기타 Select문을 이용 검토

   ✓ Column에 대한 통계정보(Histogram)는 안 돌리는 것을 원칙으로 한다.

   ✓ Hint를 준다면 가능한 Tight하게 주도록 한다. 그렇지 않을 경우 향후 plan이 변경될 가능성이 많기 때문.

   예) /*+ USE_NL(a b) */ ==> /*+ ORDERED USE_NL(a b) .... */

   ✓ Hint는 Hint의 의미를 정확히 이해하고 합당한 Hint를 주도록 한다.

2. 통계정보는 운영 중에 직접 돌리지 않는다.

   ✓ 집중적인 운영시기에 통계정보 수집을 위한 실행은 Library Cache Contention을 유발

   ✓ 저녁시간의 한가한 시간을 이용해서 돌린다. (특히 성능 TEST시기 등은 조심)

3. WORKAREA_SIZE_POLICY=AUTO 이면 *_AREA_SIZE는 이용하지 않으며, 설정해봐야 의미가 없다. 즉 Optimizer는 *_AREA_SIZE에 의해 Plan을 결정하지 않는다.

4. Tuning기 Plan적인 Tuning뿐만 아니라 구조적인 Tuning에도 집중한다.

   ✓ Execution이 높은 것. Loop Query 보완, 최적화

   ✓ 1회성(Literal을 사용) 비공유 SQL. 특히 집중적으로 실행되는 SQL

5. Tuning시 Plan은 상수(Literal)로 TEST하지만 실제는 bind변수로 운영되는 경우 Plan이 다를 수 있다. Program에 bind변수로 되어 있다면 bind변수로 Plan을 확인해 봐야 한다.

6. 다음의 사항도 고려한다.

   ✓ Hash Join을 사용할 경우 Driving 순서, Row Set을 고려하여 사용한다.

- ✓ Chaining % 비율을 항상 검토하고 Row Chaining비율이 높은 table에 대해서는 Column의 Data Type및 Block의 PCTFREE등을 검토하여, Table의 구조적인 문제, 또는 업무적인 형태를 고려하여 REORG를 권장한다.
- ✓ 평균 Row길이 와 Block당 Row수도 항상 주의 깊게 관찰하여 문제점이 없는지 검토한다.
- ✓ Hash Join과 Sort Merge Join시 TEMP쪽에 I/O가 발생하지 않도록 한다.
- ✓ PRO*C Application일 경우 BIND변수의 사용 여부 ,RELEASE_CURSOR=NO, PREFETCH=1000(batch), PREFETCH=100(OLTP)를 권장한다.
- ✓ PL/SQL의 Batch Job일 경우 Bulk Binding, Bulk Collecting을 이용하도록 유도한다.

Execution Plan 보기

- ❑ Needs the plan_table table utlxplan.sql
- ❑ PLAN_TABLE의 추가된 COLUMN
  - ✓ CPU_COST, IO_COST
  - ✓ TEMP_SPACE
  - ✓ ACCESS_PREDICATES,FILTER_PREDICATES :(9iR2) Access Path 정보를 이용하여 Index의 적절한 설정 검증에 효과적
- ❑ SQL을 실행하지 않고 Trace만 보는 방법
  - ✓ EXPLAIN PLAN , SET AUTOTRACE TRACEONLY EXPLAIN 이용
- ❑ (>= 9i R2)의 향상된 기능:utlxpls.sql(Serial) or utlxplp.sql(Parallel)

```
SQL> explain plan for
 2  select * from emp e, dept d
 3  where e.deptno = d.deptno and
 4  d.deptno = 10;
SQL> select * from table(dbms_xplan.display);
```

```
SQL> SET AUTOTRACE Traceonly Explain
```

Execution Plan보기 실행 예 (9i)

```
SQL> explain plan for
```

```
  2  select * from emp e, dept d where e.deptno = d.deptno and d.deptno = 10;
Explained.
SQL> select * from table(dbms_xplan.display);
PLAN_TABLE_OUTPUT
--------------------------------------------------------------------------------
--------------------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation                     |  Name       | Rows  | Bytes | Cost  |
--------------------------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT              |             |     4 |   248 |     3 |
|   1 |  NESTED LOOPS                 |             |     4 |   248 |     3 |
|   2 |   TABLE ACCESS BY INDEX ROWID| DEPT        |     1 |    30 |     1 |
|*  3 |    INDEX RANGE SCAN           | PK_DEPT     |     1 |       |     1 |
|*  4 |   TABLE ACCESS FULL           | EMP         |     5 |   160 |     2 |
--------------------------------------------------------------------------------
Predicate Information (identified by operation id):
---------------------------------------------------
  3 - access("D"."DEPTNO"=10)
  4 - filter("E"."DEPTNO"=10)
Note: cpu costing is off
================================================================================
SQL> set autot traceonly explain
SQL> SELECT * FROM emp e, dept@scott_9ir2 d
  2  where e.deptno = d.deptno and d.deptno = 10
  3  order by ename;
Execution Plan
----------------------------------------------------------
  0      SELECT STATEMENT Optimizer=CHOOSE (Cost=6 Card=4 Bytes=248)
  1    0   SORT (ORDER BY) (Cost=6 Card=4 Bytes=248)
  2    1     NESTED LOOPS (Cost=3 Card=4 Bytes=248)
  3    2       REMOTE* (Cost=1 Card=1 Bytes=30)  SCOTT_9IR2.US.ORACLE.COM
  4    2       TABLE ACCESS (FULL) OF 'EMP' (Cost=2 Card=5 Bytes=160)
  3 SERIAL_FROM_REMOTE            SELECT "DEPTNO","DNAME","LOC" FROM "DEPT" "D
                   " WHERE "DEPTNO"=10
```

Instance level에 동적으로 SQL_TRACE Enable/Disable

- ✓ At the instance level:
  Init.ora □ SQL_TRACE = {True|False}

```
SQL> ALTER SYSTEM SET EVENTS
 2  '10046 trace name context forever,level {1|4|8|12}';
```

- ✓ At the Session

```
SQL> ALTER SESSION SET
 2  SQL_TRACE = {True|False};
SQL> EXECUTE dbms_session.set_sql_trace
  2  ({True|False});
SQL> EXECUTE
 2  dbms_system.set_sql_trace_in_session
  3  (session_id, serial_id, {True|False});
```

```
SQL> oradebug setospid <OS PID>
SQL> oradebug event 10046 trace name context forever, level 1
```

9iR2 이상의 TKPROF 의 향상된 기능

- ✓ 10046 Trace level에 따라 Wait(level 8, level 12일 경우)정보도 표시
- ✓ 각 Row Source (Plan상의 STEP) 마다 Statistics 표시
- ✓ 9i에서는 time=xxxxxxxxxx 정보가 1/1000000초 단위. 8i까지는 1/100초
- ✓ Run Time Plan & TKPROF실행시 Plan 주의
- ✓ TKPROF …. EXPLAIN=xxxx/yyyy 일 경우 Plan이 2개 (RUN & Tkprof)

```
Rows     Row Source Operation
-------  ---------------------------------------------------
      3  MERGE JOIN  (cr=20 r=8 w=0 time=61591 us)
      1   SORT JOIN (cr=10 r=8 w=0 time=60764 us)
      1    TABLE ACCESS FULL DEPT (cr=10 r=8 w=0 time=60443 us)
      3   SORT JOIN (cr=10 r=0 w=0 time=720 us)
     14    TABLE ACCESS FULL EMP (cr=10 r=0 w=0 time=472 us)

Elapsed times include waiting on following events:
  Event waited on                             Times   Max. Wait  Total Waited
  ----------------------------------------   Waited  ----------  ------------
  SQL*Net message to client                       2        0.00          0.00
  global cache cr request                         8        0.00          0.00
  db file sequential read                         3        0.02          0.03
  db file scattered read                          1        0.00          0.00
  SQL*Net message from client                     2        7.96          7.96
  row cache lock                                  2        0.00          0.00
```

```
select *
from
 emp e,dept d where d.deptno = e.deptno and d.deptno = 10


call     count       cpu    elapsed       disk      query    current        rows
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
Parse        1      0.03       0.09          0          0          0           0
Execute      1      0.00       0.00          0          0          0           0
Fetch        2      0.01       0.06          8         20          0           3
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
total        4      0.04       0.15          8         20          0           3

Misses in library cache during parse: 1
Optimizer goal: RULE
Parsing user id: 60   (SCOTT)

Rows     Row Source Operation
-------  ---------------------------------------------------
      3  MERGE JOIN  (cr=20 r=8 w=0 time=61591 us)
      1   SORT JOIN (cr=10 r=8 w=0 time=60764 us)
      1    TABLE ACCESS FULL DEPT (cr=10 r=8 w=0 time=60443 us)
```

```
      3   SORT JOIN (cr=10 r=0 w=0 time=720 us)
     14    TABLE ACCESS FULL EMP (cr=10 r=0 w=0 time=472 us)


Rows     Execution Plan
-------  ---------------------------------------------------
      0  SELECT STATEMENT   GOAL: RULE
      3   MERGE JOIN
      1    SORT (JOIN)
      1     TABLE ACCESS (FULL) OF 'DEPT'
      3    SORT (JOIN)
     14     TABLE ACCESS   GOAL: ANALYZED (FULL) OF 'EMP'


Elapsed times include waiting on following events:
  Event waited on                             Times   Max. Wait  Total Waited
  ----------------------------------------   Waited  ----------  ------------
  SQL*Net message to client                        2        0.00          0.00
  global cache cr request                          8        0.00          0.00
  db file sequential read                          3        0.02          0.03
  db file scattered read                           1        0.00          0.00
  SQL*Net message from client                      2        7.96          7.96
  row cache lock                                   2        0.00          0.00
```

Cached Execution Plan(V$SQL_PLAN)

- ✓ v$sql_plan dynamic performance view
- ✓ 실제 Run Time시 실행된 plan정보
- ✓ PLAN_TABLE과 항목이 거의 같다.

```
 SELECT hash_value,  (select sql_text from v$sql s      where s.hash_value =
p.hash_value and s.address = p.address and rownum <= 1),    child_number,ID
,PARENT_ID ,    LPAD(' ',2*(depth))||OPERATION||DECODE(OTHER_TAG,NULL,'','*')||
DECODE(OPTIONS,NULL,'',' ('||OPTIONS||')')||DECODE(OBJECT_NAME,NULL,'',' OF '''||
OBJECT_NAME||''''')|| DECODE(OBJECT#,NULL,'','(Obj#'||TO_CHAR(OBJECT#)||')')||
DECODE(ID,0,DECODE(OPTIMIZER,NULL,'',' Optimizer='||OPTIMIZER))||
DECODE(COST,NULL,'',' (Cost='||COST||DECODE(CARDINALITY,NULL,'',' Card='||
CARDINALITY)||DECODE(BYTES,NULL,'',' Bytes='||BYTES)||')') SQLPLAN,OBJECT_NODE,
PARTITION_START ,PARTITION_STOP, PARTITION_ID, CPU_COST, IO_COST, TEMP_SPACE,
DISTRIBUTION, OTHER , ACCESS_PREDICATES , FILTER_PREDICATES FROM v$sql_plan p
START WITH ID=0 and hash_value = xxxxxxxxxxxx
CONNECT BY PRIOR ID=PARENT_ID AND
                  PRIOR hash_value=hash_value AND
                  PRIOR child_number=child_number
ORDER BY hash_value,child_number,ID,POSITION
```

Cached SQL Information (V$SQL)

- ✓ SQL문장의 실행시 CPU/Elapse Time정보 추가
- ✓ 기타 8i보다 추가된 정보

Column	Datatype	Description

CPU_TIME	NUMBER	CPU time (in microseconds) used by this cursor for parsing/executing/fetching
ELAPSED_TIME	NUMBER	Elapsed time (in microseconds) used by this cursor for parsing/executing/fetching
OUTLINE_SID	NUMBER	Outline session identifier
CHILD_ADDRESS	RAW(4)	Address of the child cursor
SQLTYPE	NUMBER	Denotes the version of the SQL language used for this statement
REMOTE	VARCHAR2(1)	(Y/N) Identifies whether the cursor is remote mapped DB link를 사용한 SQL문장을 찾을때 유리
OBJECT_STATUS	VARCHAR2(19)	Status of the cursor (VALID/INVALID)
LITERAL_HASH_VALUE	NUMBER	CURSOR_SHARING이 사용되지 않으면 0. 사용될 경우 System에서 상수가 Bind변수로 바뀔때 해당 상수 Literal의 Hash Value SQL 문장에 대하 hash value는 HASH_VALUE Column.
LAST_LOAD_TIME	VARCHAR2(19)	last loaded time <--> FIRST_LOAD_TIME
PLAN_HASH_VALUE	NUMBER	A numerical representation of the SQL plan for this cursor. Comparing one PLAN_HASH_VALUE to another easily identifies whether or not two plans are the same (rather than comparing the two plans line by line).

Setting the Optimizer Mode

- ✓ 9i 에서 FIRST_ROWS_N Optimizer mode추가 되었음. (N: 1,10,100,1000)
- ✓ At the instance level:

  optimizer_mode =
  {Choose | Rule | First_rows | First_rows_n | All_rows}

- ✓ At the session level: (instance level에 우선)

  ALTER SESSION SET optimizer_mode =
  {Choose | Rule | First_rows | First_rows_n | All_rows}

- ✓ At the statement level: Using hints (Instance, Session level에 우선)
- ✓ OPTIMIZER_MODE=CHOOSE 일 경우

  통계정보가 없다면 기본적으로 RULE base(RBO)로 Plan이 결정

  'RULE','DRIVING_SITE' Hint 이외의 Hint가 왔다면 CBO로 결정

  Parallel Degree, Partition Table, SAMPLE절, ...등이 있으면 무조건 CBO

- ✓ OPTIMIZER_MODE=First_rows | First_rows_n | All_rows 일 경우

  통계정보가 없다면 Heuristics Value를 이용하여 CBO로 Plan이 결정, PLAN이 비효율적일 수 있음

- ✓ 통계정보가 있으나 Optimizer mode가 RULE 일 경우, 다른 hint가 오지 않은 경우와 Parallel Degree, Partition Table, SAMPLE절등이 나오지 않은 경우는 RBO로 처리
- ✓ RULE Hint와 다른 Hint가 오는 경우는 CBO로 처리.(Rule규칙이 위반되므로)

Rule Base Ranking

Path 1: Single Row by Rowid
Path 2: Single Row by Cluster Join
Path 3: Single Row by Hash Cluster Key with Unique or Primary Key
Path 4: Single Row by Unique or Primary Key
Path 5: Clustered Join
Path 6: Hash Cluster Key
Path 7: Indexed Cluster Key
Path 8: Composite Index
Path 9: Single-Column Indexes
Path 10: Bounded Range Search on Indexed Columns
Path 11: Unbounded Range Search on Indexed Columns
Path 12: Sort-Merge Join
Path 13: MAX or MIN of Indexed Column
Path 14: ORDER BY on Indexed Column
Path 15: Full Table Scan

*** Path 8,9,10 주의
예를 들면, 'emp' Table에 'A' Index가 "deptno" 로 구성되어 있고, 'B' Index가 "deptno + empno" 로 구성되어 있다면 다음과 같은 SQL문장의 경우는 'A' index를 사용. 그럼 (A) 와 (B)의 Ranking은. (A) ==> Rank 9 , (B) ==> Rank 10 조건

```
select /*+ rule */ * from emp where deptno = 10 and empno between 7888 and 8888;
                                          -------------------------+------------------
                                          -----^-----              ^
                                               |                   |
                                              (A)                 (B)
```

Optimizer Basics (Features that Require the CBO)

Partitioned tables (*)
Index-organized tables
Reverse key indexes
Function-based indexes
SAMPLE clauses in a SELECT statement (*)
Parallel execution and parallel DML
Star transformations
Star joins
Extensible optimizer
Query rewrite (materialized views)
Progress meter
Hash joins
Bitmap indexes
Partition views (release 7.3)
Hint (*)

Parallel DEGREE & INSTANCES – 'DEFAULT'도 해당(*)

Default Heuristics Value

```
/* Default selectivities are set low to
    1. keep cost values low for future resource limiter use
    2. keep cost values low for permutation cutoff in kko
Defaults are used for bind variables, general expressions and  unanalyzed tables, except for equality where defaults are not
needed for bind variables.
 */

#define KKEDSREL  0.05   /* default selectivity for < <= > >= */
#define KKEDSEQ   0.01   /* default selectivity for = */
#define KKEDSNE   0.05   /* default selectivity for != */
#define KKEDSDF   0.05   /* default selectivity for all other ops */
#define KKEDSIRL  0.009  /* default selectivity for relation on indexed col */
#define KKEDSBRL  0.009  /* def sel for relation with bind var on index col*/
#define KKEDSIEQ  0.004  /* default selectivity for = on indexed col */
#define KKEDHALF  0.5    /* default selectivity for binary preds,like grouping() */
#define KKEDSMAX  1.00   /* default selectivity for predicates with no filter*/
#define KKEDMBR   8      /* default multiblock read factor */
#define KKEDMBW   8      /* default multiblock write factor */
#define KKEDFNR   100.0  /* default - fixed table cardinality */
#define KKEDFRL   20     /* default - fixed table row length */
#define KKEDDNR   2000.0 /* default - remote table cardinality */
#define KKEDDRL   100    /* default - remote table avg row length */
#define KKEDDNB   100    /* default - default # of blocks */
#define KKEDDSC   13.0   /* default - default scan cost */
#define KKEDILV   1      /* default - default index levels */
#define KKEDILB   25     /* default - number of index leaf blocks */
#define KKEDLBK   1      /* default - number leaf blocks/key */
#define KKEDDBK   1      /* default - number of data blocks/key */
#define KKEDKEY   100    /* default - number of distinct keys */
#define KKEDCLF   (KKEDDNB*8) /* default - clustering factor */
```

CBO Optimizer가 참조하는 Parameter (9iR2)

다음의 Parameter는 변경시 Optimizer에게 영향을 주므로 신중해야 한다.

OPTIMIZER_FEATURES_ENABLE = 9.2.0
_OPTIMIZER_PERCENT_PARALLEL(Hidden전환) = 101
HASH_JOIN_ENABLED = TRUE
SORT_AREA_SIZE = 2048000
PARTITION_VIEW_ENABLED = FALSE
_B_TREE_BITMAP_PLANS = TRUE
_COMPLEX_VIEW_MERGING = TRUE
PARALLEL_BROADCAST_ENABLED = TRUE
OPTIMIZER_INDEX_CACHING = 0
OPTIMIZER_INDEX_COST_ADJ = 100
_OPTIMIZER_DYN_SMP_BLKS = 32
QUERY_REWRITE_INTEGRITY = ENFORCED
_SORT_ELIMINATION_COST_RATIO = 0
_NEW_INITIAL_JOIN_ORDERS = TRUE
ALWAYS_SEMI_JOIN = CHOOSE

OPTIMIZER_MODE/GOAL = Choose
HASH_AREA_SIZE = 4096000
HASH_MULTIBLOCK_IO_COUNT = 0
OPTIMIZER_SEARCH_LIMIT = 5
_ALWAYS_STAR_TRANSFORMATION = FALSE
STAR_TRANSFORMATION_ENABLED = FALSE
_PUSH_JOIN_PREDICATE = TRUE
OPTIMIZER_MAX_PERMUTATIONS = 2000
_SYSTEM_INDEX_CACHING = 0
OPTIMIZER_DYNAMIC_SAMPLING = 1
QUERY_REWRITE_ENABLED = FALSE
_INDEX_JOIN_ENABLED = TRUE
_OR_EXPAND_NVL_PREDICATE = TRUE
ALWAYS_ANTI_JOIN = CHOOSE
_OPTIMIZER_MODE_FORCE = TRUE

```
_OPTIMIZER_UNDO_CHANGES = FALSE
_PUSH_JOIN_UNION_VIEW = TRUE
_OPTIM_ENHANCE_NNULL_DETECTION = TRUE
_NESTED_LOOP_FUDGE = 100
_QUERY_COST_REWRITE = TRUE
_IMPROVED_ROW_LENGTH_ENABLED = TRUE
_ENABLE_TYPE_DEP_SELECTIVITY = TRUE
_OPTIMIZER_ADJUST_FOR_NULLS = TRUE
_USE_COLUMN_STATS_FOR_FUNCTION = TRUE
_SUBQUERY_PRUNING_REDUCTION_FACTOR = 50
_LIKE_WITH_BIND_AS_EQUALITY = FALSE
_SORTMERGE_INEQUALITY_JOIN_OFF = FALSE
_ONESIDE_COLSTAT_FOR_EQUIJOINS = TRUE
_GSETS_ALWAYS_USE_TEMPTABLES = FALSE
_NEW_SORT_COST_ESTIMATE = TRUE
_CPU_TO_IO = 0
        _UNNEST_SUBQUERY = TRUE
_FAST_FULL_SCAN_ENABLED = TRUE
        _ORDERED_NESTED_LOOP = TRUE
        _NO_OR_EXPANSION = FALSE
QUERY_REWRITE_EXPRESSION = TRUE
        _USE_NOSEGMENT_INDEXES = FALSE
_IMPROVED_OUTERJOIN_CARD = TRUE
_OPTIMIZER_CHOOSE_PERMUTATION = 0
        _SUBQUERY_PRUNING_ENABLED = TRUE
        _SUBQUERY_PRUNING_COST_FACTOR = 20
_TABLE_SCAN_COST_PLUS_ONE = TRUE
        _DEFAULT_NON_EQUALITY_SEL_CHECK = TRUE
        _OPTIMIZER_COST_MODEL = CHOOSE
        DB_FILE_MULTIBLOCK_READ_COUNT = 16
        _GS_ANTI_SEMI_JOIN_ALLOWED = TRUE
_PRED_MOVE_AROUND = TRUE
```

Dynamic Sampling

- ✓ 더 낳은 Plan을 경정하기 위한 목적으로 더 정확한 Selectivity & Cardinality를 구하기 위한 방법.
- ✓ 추가적인 Recursive SQL 발생. 전체 Query실행 시간 대비 적은 Sampling 시간일 경우 사용
- ✓ 더 정확한 single-table predicate selectivities를 확인하기 위해서 10053 trace와 병행해서 사용
- ✓ 통계정보가 없거나 너무 오래된 경우 table cardinality를 예측해 볼 경우
- ✓ Table Level로 지정하지 않고 SQL문장 단위로 지정
- ✓ How Dynamic Sampling Works

  -OPTIMIZER_DYNAMIC_SAMPLING= 0 ~ 10(init.ora), DYNAMIC_SAMPLING(0 ~ 10) Hint
- ✓ When to Use Dynamic Sampling

  -A better plan can be found using dynamic sampling.

  -The sampling time is a small fraction of total execution time for the query.

  -The query will be executed many times.
- ✓ How to Use Dynamic Sampling to Improve Performance

  -OPTIMIZER_DYNAMIC_SAMPLING = 0 : dynamic sampling disable. (9.0.x default)

  -OPTIMIZER_DYNAMIC_SAMPLING = 1 (9i R2 default) 다음의 조건이 모두 만족할 경우 Sampling
- ✓ Query에 1개 또는 그 이상의 Table이 왔을 경우
- ✓ 일부 Table이 Index가 없고 통계정보가 없을 경우

✓ 통계정보가 없는 Table이 상대적으로 고 비용의 Table일 것으로 Optimizer가 판단한 경우

-OPTIMIZER_DYNAMIC_SAMPLING >1 (~ 10): more aggressive application of dynamic sampling (analyzed or unanalyzed) & Sampling할 I/O 의 level을 결정

```
>>> DYNAMIC_SAMPLING Hint 의 10053 TRACE
QUERY
select /*+ dynamic_sampling(7) */ deptno from emp where sal *5/8>300
….
….
*** 2003-05-28 18:06:58.000
** Performing dynamic sampling initial checks. **
** Dynamic sampling initial checks returning TRUE (level = 7).
*** 2003-05-28 18:06:58.000
** Generated dynamic sampling query:
    query text :
SELECT /*+ ALL_ROWS IGNORE_WHERE_CLAUSE */ NVL(SUM(C1),0), NVL(SUM(C2),0)
FROM (SELECT /*+ IGNORE_WHERE_CLAUSE NOPARALLEL("EMP") */ 1 AS C1,
    CASE WHEN "EMP"."SAL"*5/8>300 THEN 1 ELSE 0 END AS C2
    FROM "EMP" "EMP") SAMPLESUB
*** 2003-05-28 18:06:58.000
** Executed dynamic sampling query:
    level : 7
    sample pct. : 100.000000
    actual sample size : 14
    filtered sample card. : 14
    orig. card. : 14
    block cnt. : 1
    max. sample block cnt. : 256
    sample block cnt. : 1        <<<<<<<< _OPTIMIZER_DYN_SMP_BLKS 와
                                  OPTIMIZER_DYNAMIC_SAMPLING의 level에 의해 Sampling Block수가 결정됨
    min. sel. est. : 0.0500
** Using dynamic sel. est. : 1.00000000
  TABLE: EMP    ORIG CDN: 14  ROUNDED CDN: 14  CMPTD CDN: 14
  Access path: tsc  Resc:  2  Resp:  2
  BEST_CST: 2.00  PATH: 2  Degree:  1
```

Using System Statistics (>= 9i)

✓ System statistics enable the CBO to use CPU and I/O characteristics.

✓ System statistics must be gathered on a regular basis; this does not invalidate cached plans.

✓ Gathering system statistics equals analyzing system activity for a specified period of time.

✓ import_system_stats으로 업무 유형별 dictionary에 반영

✓ Procedures of the dbms_stats package used to collect system statistics:

gather_system_stats,set_system_stats,get_system_stats

✓ Automatic gathering

Collect statistics for OLTP:

```
SQL> EXECUTE dbms_stats.gather_system_stats -
 2  (interval => 120, stattab => 'mystats', statid => 'OLTP');
```

Collect statistics for OLAP:

```
SQL> EXECUTE dbms_stats.gather_system_stats -
 2  (interval => 120, stattab => 'mystats', statid => 'OLAP');
```

✓ Manual Gathering (start/stop)

```
SQL> EXECUTE dbms_stats.gather_system_stats(gathering_mode => 'START');

SQL> EXECUTE dbms_stats.gather_system_stats (gathering_mode => 'STOP');
```

```
SQL> EXECUTE dbms_stats.gather_system_stats -
>  (gathering_mode => 'START');
PL/SQL procedure successfully completed.
SQL>
SQL> select * from aux_stats$ ;
SNAME                          PNAME                               PVAL1 PVAL2
------------------------------ ------------------------------ ---------- --------------------
SYSSTATS_INFO                  STATUS                                    MANUALGATHERING
SYSSTATS_INFO                  DSTART                                    05-29-2003 17:08
SYSSTATS_INFO                  DSTOP                                     05-29-2003 17:08
SYSSTATS_INFO                  FLAGS                                  1
SYSSTATS_TEMP                  SBLKRDS                             1044
SYSSTATS_TEMP                  SBLKRDTIM                           9000
SYSSTATS_TEMP                  MBLKRDS                              205
SYSSTATS_TEMP                  MBLKRDTIM                           2740
SYSSTATS_TEMP                  CPUCYCLES                         285852
SYSSTATS_TEMP                  CPUTIM                           2095618
SYSSTATS_TEMP                  JOB                                    0
SYSSTATS_TEMP                  MBRTOTAL                            3067
12 rows selected.
SQL> select * from table(dbms_xplan.display);
PLAN_TABLE_OUTPUT
--------------------------------------------------------------------------------
--------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation            |  Name       | Rows  | Bytes | Cost  |
--------------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT     |             | 24591 |   768K|    43 |
|*  1 |  TABLE ACCESS FULL   | TESTEMP10   | 24591 |   768K|    43 |
--------------------------------------------------------------------
Predicate Information (identified by operation id):
---------------------------------------------------
  1 - filter("TESTEMP10"."DEPTNO"=10)
Note: cpu costing is off          <<<<<<<<<< System Stat을 STOP하기 전까지는
                                  사용안함
14 rows selected.


SQL> EXECUTE dbms_stats.gather_system_stats -
>   (gathering_mode => 'STOP');
PL/SQL procedure successfully completed.
SQL> explain plan for
 2  select * from testemp10 where deptno = 10;
Explained.
```

```
SQL>  select * from table(dbms_xplan.display);
PLAN_TABLE_OUTPUT
--------------------------------------------------------------------------------
--------------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation            |  Name       | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)|
--------------------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT     |             | 24591 |   768K|    52  (18)|
|*  1 |  TABLE ACCESS FULL   | TESTEMP10   | 24591 |   768K|    52  (18)|
--------------------------------------------------------------------------
Predicate Information (identified by operation id):
---------------------------------------------------
  1 - filter("TESTEMP10"."DEPTNO"=10)
```

Optimizer의 통계정보(Analyzer 정보)를 위한 권장 안

Optimizer의 통계정보 운영 Guide

Oracle의 Optimizer는 크게 2가지로 나뉘며, CBO(CHOOSE, ALL_ROWS, FIRST_ROWS)와 RBO(Rule Base Optimizer)로 나뉘게 된다. 그러나 RBO에서는 Index가 있다면 대부분의 SQL문장이 범위에 관계 없이 Index를 타게 되며, Hash Join, Partition Table, Parallel Processing등은 CBO에서만 가능하다. 그리고 향후로도 RBO에 대한 추가적인 기능향상은 없는 상태이다.

그러므로 OPTIMIZER Mode는 CHOOSE로 운영하도록 하며, OLTP의 Index의 이용효율을 높이기 위해, Statistics Management, Stored outline, init.ora의 parameter(optimizer_index_caching, optimizer_index_cost_adj)를 이용해 운영하도록 권장한다.(SQL문마다 검증 필요)

1. Analyze보다는 DBMS_STATS Package를 이용한다.
2. "SYS","SYSTEM"등 Setup시 설정된 User들에 대해서는 통계정보를 만들지 않는다.
3. Database Level, 또는 Schema level보다는 Table Level로 DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS 을 이용해 수집한다.
4. Column에 대한 통계정보는 Where절에서 참조되는 Column 위주로 만든다. 또한 Column에 대해서 Histogram은 만들지 않는 것을 기본으로 하며 한다. 그러므로 WHERE절에 참조되면서 Indexed Column 위주로 통계정보(for all indexed column)를 만들며, Column에 대한 분포도가 편향되어 있는 경우는 Bucket Size를 적절히 주어 Histogram정보를 만든다.
5. 통계정보를 만들기 전에 기존의 통계정보는 EXPORT로 다른 User의 Schema로 backup을 받아 둔다.
6. GATHER_TABLE_STATS을 이용하되 Size가 큰 Table에 대해서는 estimate_percent 기능을 이용해 5% 이하로 Sampling한다. 5%이하로 돌려도 정확도는 높다. 가능한 Block Sampling방식은 사용하지 않는다. (estimate_percent는 소수점까지 줄 수 있다. 예: 0.001)
7. 처음은 전체적으로 모든 Table, Index에 대해서 통계정보를 수집하나, 초기화 이후는 자주 변경되는 Table (Insert/Update/Delete)에 대해서만 통계정보를 수집한다.
8. 자동화된 Script를 구성하고 1주일 단위/ 1개월 단위/ 분기/ 반기 단위로 구분하여 통계정보를 수집한다.
9. 통계정보가 수집된 이후 모든 Application에 대해서 Plan의 검증이 필요하다.
10. 필요에 의해 DBMS_STATS를 이용해 통계정보를 변경해 원하는 Plan을 만들어 낼 수 있다. 먼저 TEST장비에서 확인 후 Production에 반영한다.

11. Plan의 변화가 실제 어떤 영향으로 반응할 지 확인하기 위해서는 통계정보를 Dictionary에 직접 만들지 않고 일반 User Schema에 만들어 TEST장비에 반영 후 검증 후 Production에 반영한다.

12. 일반적인 통계정보를 확인 목적으로도 사용할 수 있다. (Block당 Row수 계산, Row수 검증, Index Clustering Factor확인 등)

Optimizer Statistics정보란?

Optimizer Statistics정보는 Oracle Dictionary에 관리되며, CBO(Cost Base Optimizer)에서 사용될 통계정보를 말한다. 즉 CBO는 Oracle Dictionary내의 Statistics정보(Row수, Block수, Distinct값, Column의 분포도,Index Clustering Factor등)를 이용해서 어떠한 Access Path가 최적인지를 결정하게 되고, 또한 어떠한 Join Method를 이용하는 것이 현재의 환경에서 최적인지를 결정하게 된다. 또한 CBO는 현재의 Dictionary값을 이용하므로 이 값이 현실 Data와 같지 않을 경우 Plan이 엉뚱하게 풀리게 되는 결과를 가져온다. 또한 이런 점을 이용하여 Statistics정보를 Managing하여 원하는 Plan으로 처리되도록 할 수 있다.

- ✓ 통계정보를 만드는 Analyze명령, DBMS_STATS Package는 CBO에서 사용할 통계정보를 만든다.
- ✓ **통계정보를 만든 Table들을 SQL에서 사용될 경우** Optimizer Mode가 RULE인 경우를 제외하고 모든 SQL은 CBO로 처리된다.(CHOOSE,ALL_ROWS,FIRST_ROWS)
- ✓ **ALL_ROWS,FIRST_ROWS Optimizer Mode는 통계정보의 유무에 관계 없이 무조건 CBO로 처리된다**. 이 경우 통계정보가 없다면 Heuristics Value를 가지고 예상 통계정보를 만들어 낸다.
- ✓ 다음의 경우를 처리하기 위해서는 반드시 CBO이거나, 또는 CBO가 아니면 고려되지 않는다.

- **Features that Require the CBO**
  - ✓ **Partitioned tables**
  - ✓ **Index-organized tables (IOT)**
  - ✓ **Reverse key indexes**
  - ✓ **Function-based indexes**
  - ✓ **SAMPLE clauses in a SELECT statement**
  - ✓ **Parallel execution and parallel DML (Table에 Degree가 설정된 경우)**
  - ✓ **Star transformations**
  - ✓ **Star joins**
  - ✓ **Extensible optimizer**
  - ✓ **Query rewrite (materialized views)**
  - ✓ **Progress meter**
  - ✓ **Hash joins**
  - ✓ **Bitmap indexes**
  - ✓ **Partition views (release 7.3)**
  - ✓ **Hint**

- ✓ CBO의 경우 Rule Base보다 Plan을 작성하는데 시간이 많이 걸릴 수가 있다. 모든 조건의 Plan을 통계정보를 이용해 고려해야 하기 때문이다.
- ✓ 다음은 Analyze를 운영할 경우 Oracle Dictionary에 반영되는 Column들이며, 아래와 같은 값들을 가지고 있다.

DBA_TABLES
NUM_ROWS,BLOCKS,EMPTY_BLOCKS,AVG_SPACE,CHAIN_CNT,
AVG_ROW_LEN,AVG_SPACE_FREELIST_BLOCKS,NUM_FREELIST_BLOCKS,
SAMPLE_SIZE,LAST_ANALYZED

DBA_INDEXES
BLEVEL,LEAF_BLOCKS,DISTINCT_KEYS,AVG_LEAF_BLOCKS_PER_KEY,
AVG_DATA_BLOCKS_PER_KEY,CLUSTERING_FACTOR,NUM_ROWS,SAMPLE_SI
ZE,
LAST_ANALYZED

DBA_TAB_COLUMNS
NUM_DISTINCT,LOW_VALUE,HIGH_VALUE,DENSITY,NUM_NULLS,NUM_BUCKET
S,
LAST_ANALYZED,SAMPLE_SIZE,AVG_COL_LEN

DBA_TAB_HISTOGRAMS
TABLE_NAME,COLUMN_NAME,ENDPOINT_NUMBER,ENDPOINT_VALUE,
ENDPOINT_ACTUAL_VALUE

- ✓ Analyze는 Table과 Index에 대해서만 실행한다. 또한 Indexed Column에 대해서 실행한다.
  Analyze table [TABLE_NAME] compute statistics for table for indexes for all indexed columns;

- ✓ 분포도가 일정하지 않은 Column에 대해서만 Column의 Histogram을 작성한다. 여기서 Bucket Size는 Distinct값을 고려해 지정한다. 가능한 Distinct Value정도.
  Analyze table [TABLE_NAME] compute statistics for column [COLUMN_NAME] size [BUCTET_SIZE] for column [COLUMN_NAME] size [BUCTET_SIZE] ……..;

- ✓ 삭제할 경우는 다음과 같다. Option을 주지 않으면 Table,Index,Column의 통계정보가 모두 삭제된다.
  Analyze table [TABLE_NAME] delete statistics;

Analyzer와 DBMS_STATS의 차이점

Analyze Command에만 있는 기능

- Structural Integrity Check기능
- analyze { index/table/cluster } (schema.){ index/table/cluster } validate structure (cascade) (into schema.table);
- Chained Rows 수집 기능
- ANALYZE TABLE order_hist LIST CHAINED ROWS INTO <user_tab>;

Analyze Command & DBMS_STATS의 차이점

- Analyze는 Serial Statistics Gathering기능만 있다.
- DBMS_STATS은 parallel Gathering기능이 있다.(Index는 parallel불가)
- Analyze는 Partition의 Statistics를 각 Partition table과 Index에 대해서 수집하고, Global Statistics는 Partition정보를 가지고 계산하므로, 비정확 할 수 있다. 그러므로 DBMS_STATS사용 권장.
- DBMS_STATS은 전체 Cluster에 대해서는 Statistics를 수집하지 않는다.
- DBMS_STATS은 CBO와 관련된 Statistics정보만을 수집한다. 즉 EMPTY_BLOCKS,AVG_SPACE,CHAIN_CNT,…등은 수집되지 않는다.
- DBMS_STATS은 user의 Statistics table에 수집된 Statistics를 저장할 수 있고, Dictionary로 각 Column,Table,Index,Schema등을 반영할 수 있다.
- DBMS_STATS은 IMPORT/EXPORT기능 및 추가적인 기능이 많다.(manual참조)

DBMS_STATS Package의 사용법

- 각각의 Statistics을 Set 또는 get을 할 수 있는 기능이 있다.
- Dictionary와 일반 User의 Schema로 statistics정보를 Import/Export할 수 있는 기능이 있다.
- Optimizer가 필요한 statistics정보만 수집한다.

```
dbms_stats.GATHER_TABLE_STATS
('SCOTT' -- schema
,'EMP' -- table
, NULL -- partition
```

```
, 20 -- sample size(%)
, FALSE -- block sample?
,'FOR ALL COLUMNS' -- column spec
, 4 -- degree of //
,'DEFAULT' -- granularity
, TRUE -- cascade to indexes
);
```

Procedure	Description
GATHER_INDEX_STATS	Collects index statistics
GATHER_TABLE_STATS	Collects table, column, and index statistics
GATHER_SCHEMA_STATS	Collects statistics for all objects in a schema
GATHER_DATABASE_STATS	Collects statistics for all objects in a database

- DBMS_STATS 는 CLUSTER에 대해서는 통계정보를 만들지 않으므로 CLUSTER로 구성된 각각의 Table에 대해서 통계정보를 만들어야 한다.
- Table에 대한 통계정보의 수집은 parallel 또는 Serial로 수집할 수 있으나, Index는 Serial만 가능하다.
- estimate statistics방법은 block samples 방법과 row samples방법이 있는데 Block에 값들이 편향되어 있다면 Row Samples방법을 사용하여야 한다. 속도면에서는 Block Sample방식이 빠르다.
- GATHER_TABLE_STATS 을 이용할 경우 Column에 대한 통계수집 Option을 지정할 수 있다.
- GATHER_TABLE_STATS 의 CASCADE option을 사용하여 index statistics도 동시에 수집할 수 있다.

Analyze & DBMS_STATS의 예

```
analyze table testemp compute statistics;
```

- table,모든index,모든Column에 대한 Statistics정보 수집.Column의 Histogram수집
- Histogram의 size가 1로 된다.
- Histogram의 의미가 없다. 즉 MIN,MAX값으로 된다.

```
analyze table testemp delete statistics;
```

- table,모든index,모든Column에 대한 Statistics과 Column의 Histogram정보 모두 삭제된다.

```
analyze table testemp compute statistics for table;
```

- table에 대해서만 Statistics정보 수집.

```
analyze index testemp_idx01 compute statistics;
```

- index에 대해서만 Statistics정보 수집.

```
analyze table testemp  compute statistics for columns empno;
```

- 지정된 Column에 대해서만 Statistics정보 수집. Column의 Histogram도 수집된다.
- Histogram의 size가 Default 75로 된다.
- Column의 Distinct값보다 Bucket값이 크면, Distinct의 개수 만큼 Bucket을 만든다.

```
analyze table testemp compute statistics for table for all indexed columns;
```

- table,모든index,모든Column에 대한 Statistics정보 수집.
- Column의 Histogram도 Default Bucket인 75를 사용한다.

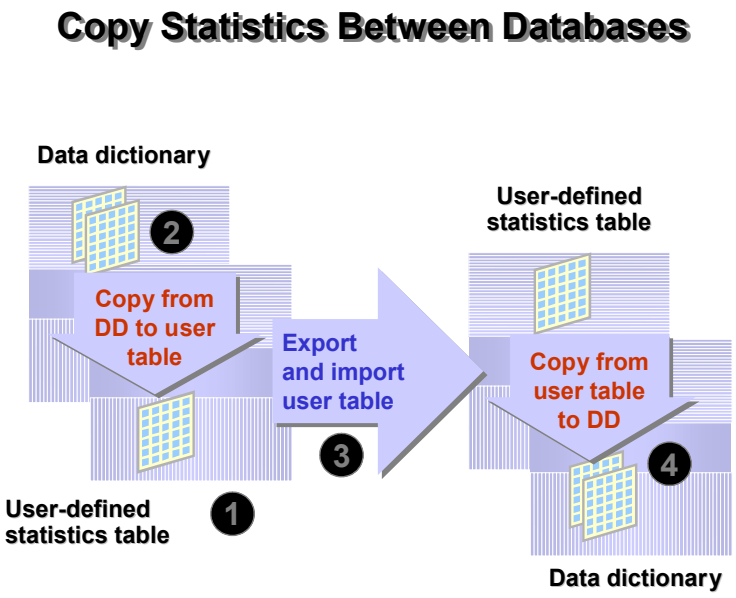
```
BEGIN
   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS ('scott', 'testemp');
END;
/
```

- table,모든Column에 대한 Statistics정보 수집.(Index제외)
- Column의 Histogram수집.(Size 1)
- EMPTY_BLOCKS,AVG_SPACE,CHAIN_CNT등은 수집되지 않는다.(Analyze와 다른 점)

```
BEGIN
   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS ('scott', 'testemp', method_opt => 'for all columns',
cascade => TRUE);
END;
/
```

- table,모든index,모든Column에 대한 Statistics정보 수집.Column의 Histogram수집.
- Column의 Histogram도 Default Bucket인 75를 사용한다.

Statistics의 Maintenance



DBMS_STATS package를 이용하여 Production에서 TEST장비로 반영하여, TEST장비에서도 Production과 같은 Plan이 생성될 수 있도록 하는데 유용하다.

1. DBMS_STATS.CREATE_STAT_TABLE procedure 를 이용하여 Production내에 사용자 정의의 statistics table을 만든다.

2. DBMS_STATS.EXPORT_SCHEMA_STATS procedure를 이용하여 production내의 dictionary내의 통계정보를 사용자 정의의 statistics table로 EXPORT한다.

3. Oracle의 export 와 import utilities를 이용하여 사용자 정의의 statistics table 을 TEST장비로 Import한다.

4. DBMS_STATS.IMPORT_SCHEMA_STATS procedure를 이용하여 TEST database내의 Dictionary로 Statistics정보를 IMPORT한다.

도한 DBMS_STATS 을 이용해 기존의 Statistics정보를 backup받는 용도로도 사용한다. 만일 Plan이 원하지 않는 형태로 작성된다면 다시 backup받은 Statistics정보를 IMPORT할 수 있다.

```
begin
    dbms_stats.create_stat_table('SCOTT','SCOTT_STAT','USERS');
end;
/

begin
```

```
    dbms_stats.export_schema_stats('SCOTT','SCOTT_STAT',1,'SCOTT');
end;
/
select * from scott_stat where c1 like 'TESTEMP%';
```

STATID	TYPE	VERSION	FLAGS	C1	C2	C3	C4	C5	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	D1	R1	R2	CH1
1	T	4	0	TESTEMP				SCOTT	1792	22	40	1792									2001-09-21 17:50			
1	I	4	0	TESTEMP_IDX01				SCOTT	1792	8	14	1	22	308	1	1792					2001-09-21 17:50			
1	C	4	0	TESTEMP			COMM	SCOTT	4	0.25	4	1792	1280	0	1400	2					2001-09-21 17:50	€	?	
1	C	4	0	TESTEMP			DEPTNO	SCOTT	3	0.33333333	3	1792	0	10	30	2					2001-09-21 17:50	?	?	
1	C	4	0	TESTEMP			EMPNO	SCOTT	14	0.07142857	14	1792	0	7369	7934	3					2001-09-21 17:50	헐F	헉#	
1	C	4	0	TESTEMP			ENAME	SCOTT	14	0.07142857	14	1792	0	3.38884E+35	4.53055E+35	5					2001-09-21 17:50	ADAMS	WARD	
1	C	4	0	TESTEMP			HIREDATE	SCOTT	13	0.07693077	13	1792	0	2444591	2445347	7					2001-09-21 17:50	w?	w?	
1	C	4	0	TESTEMP			JOB	SCOTT	5	0.2	5	1792	0	3.39086E+35	4.32285E+35	7					2001-09-21 17:50	ANALYST	SALESMAN	
1	C	4	0	TESTEMP			MGR	SCOTT	6	0.16666667	6	1792	128	7566	7902	3					2001-09-21 17:50	헓C	헠	
1	C	4	0	TESTEMP			SAL	SCOTT	12	0.08333333	12	1792	0	800	5000	3					2001-09-21 17:50	?	?	

DBMS_STATS를 이용한 Statistics운영 예

Procedure	Description
CREATE_STAT_TABLE	Creates a user-defined table capable of holding statistics
DROP_STAT_TABLE	Drops a user-defined statistics table
EXPOR*T_objec*t_STATS	Exports statistics from the data dictionary to a user-defined table
IMPORT_*object*_STATS	Imports statistics from a user-defined Table to the data dictionary

object 는 'COLUMN', 'INDEX', 'TABLE', or 'SCHEMA' 이 될 수 있다.

- **Copying Statistics**

```
dbms_stats.CREATE_STAT_TABLE
('SST' -- schema
,'STATS' -- statistics table name
,'USERS' -- tablespace
);
```

```
dbms_stats.EXPORT_TABLE_STATS
('SST' -- schema
,'COURSES' -- table name
, NULL -- no partitions
,'STATS' -- statistics table name
,'CRS demo' -- id for statistics
, TRUE -- index statistics
);
```

- Gathering Statistics

```
begin
dbms_stats.CREATE_STAT_TABLE
('SST', 'STATS');
dbms_stats.GATHER_TABLE_STATS
('SST', 'COURSES'
,stattab => 'STATS');
end;
```

```
begin
dbms_stats.DELETE_TABLE_STATS
('SST', 'COURSES');
dbms_stats.IMPORT_TABLE_STATS
('SST', 'COURSES'
,stattab => 'STATS');
end;
```

- Setting Column Statistics

```
declare
srec dbms_stats.STATREC;
pt dbms_stats.NUMARRAY := dbms_stats.numarray(1,15);
begin
srec.epc := 2; -- two end points, no values between
srec.bkvals := null;
dbms_stats.PREPARE_COLUMN_VALUES(srec, pt);
dbms_stats.SET_COLUMN_STATS
( ownname => 'sst'
, tabname => 'employees'
, colname => 'salary'
, distcnt => 20 -- distinct values
, srec => srec);
end;
```

Plan Stability(Stored Outline)

특정 SQL문장이 들어오면, 모든 SQL문장이 같을 경우를 전제로 특정 Plan으로 처리되도록 하는 기능이다.

```
coenect sys/manager
grant create any outline to scott;
connect scott/tiger
alter session set CREATE_STORED_OUTLINES=TESTOUTLINE;
select * from emp,dept where emp.deptno = dept.deptno;
alter session set CREATE_STORED_OUTLINES=false;
connect outln/outln
select * from OL$;
sleect * from OL$HINTS;
connect scott/tiger
alter session set USE_STORED_OUTLINE=TESTOUTLINE;
select * from emp,dept where emp.deptno = dept.deptno;
Select * from emp,dept where emp.deptno = dept.deptno;
connect sys/manager
select * from V$SQL;
```

```
SQL> select * from emp,dept where emp.deptno = dept.deptno;

1792 개의 행이 선택되었습니다.


Execution Plan
----------------------------------------------------------
   0      SELECT STATEMENT Optimizer=CHOOSE (Cost=7 Card=1792 Bytes=89600)
   1    0   HASH JOIN (Cost=7 Card=1792 Bytes=89600)
   2    1     TABLE ACCESS (FULL) OF 'DEPT' (Cost=1 Card=4 Bytes=72)
   3    1     TABLE ACCESS (FULL) OF 'EMP' (Cost=4 Card=1792 Bytes=57344)
```

- OL$

OL_NAME	SQL_TEXT	TEXTLEN	SIGNATURE	HASH_VALUE	CATEGORY	VERSION	CREATOR	TIMESTAMP	FLAGS	HINTCOUNT
SYS_OUTLINE_0108231012210000	select * from emp,dept where emp.deptno = dept.deptno	54		3720055558	TESTOUTLINE	8.1.6.2.0	SCOTT	2001-08-23 10:12	1	10

- OL$HINTS

OL_NAME	HINT#	CATEGORY	HINT_TYPE	HINT_TEXT	STAGE#	NODE#	TABLE_NAME	TABLE_TIN	TABLE_POS

SYS_OUTLINE_010823101221 0000	1	TESTOUTLINE	0	NO_EXPAND	3	1		0	0
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	2	TESTOUTLINE	0	PQ_DISTRIBUTE(EMP NONE NONE)	3	1	EMP	1	0
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	3	TESTOUTLINE	0	USE_HASH(EMP)	3	1	EMP	1	0
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	4	TESTOUTLINE	0	ORDERED	3	1		0	0
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	5	TESTOUTLINE	0	NO_FACT(EMP)	3	1	EMP	1	0
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	6	TESTOUTLINE	0	NO_FACT(DEPT)	3	1	DEPT	2	0
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	7	TESTOUTLINE	0	FULL(EMP)	3	1	EMP	1	2
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	8	TESTOUTLINE	0	FULL(DEPT)	3	1	DEPT	2	1
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	9	TESTOUTLINE	0	NOREWRITE	2	1		0	0
SYS_OUTLINE_010823101221 0000	10	TESTOUTLINE	0	NOREWRITE	1	1		0	0

- V$SQL

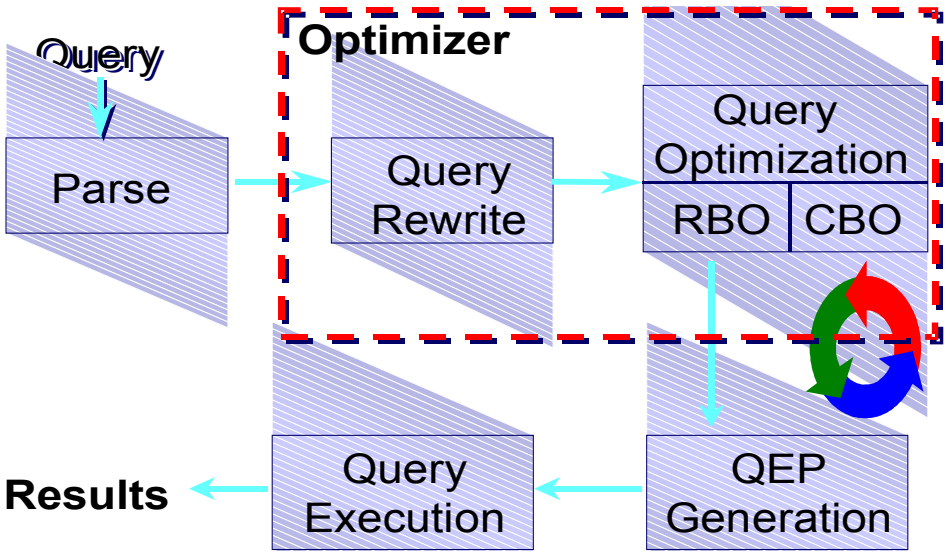
SQL_TEXT	OUTLINE_CATEGORY
select * from emp,dept where emp.deptno = dept.deptno	TESTOUTLINE
Select * from emp,dept where emp.deptno = dept.deptno	

Optimizer의 이해 와 Advanced SQL을 위한 Join Method

운영시스템에서는 SQL문장 각각이 중요한 역할을 하므로 Advanced SQL을 작성하기 위해서 Application개발자는 Oracle의 Optimizer의 기본 원리를 이해하는 것이 무엇보다 중요하다. OLTP와 DW의 차이점 및 Bind변수를 사용하여 SQL을 공유하여 사용하는 것에 대한 장점 및 단점, 어떤 곳에 Literal이 유리한지에 대한 인지하는 것이 효과적인 업무개발의 기본이라 할 수 있을 것이다.

Optimizer의 원리 이해

Oracle의 Query처리 단계는 크게 5단계로 볼 수 있으며, Optimizer의 하는 역할은 sub-queries 와 views의 Merge를 수행하고 OR expansion작업을 수행하는 'Query Rewrite'단계, Query에 대한 access path를 결정하는 'Query Optimization'단계로 이루어 지며, CBO에서는 Query Execution Plan을 구하기 위하여 RBO보다 복잡한 단계를 거치게 된다.



Parse 단계	syntax, security, semantics 의 Check및 simple transformations을 수행한다.
Query Rewrite 단계	sub-queries 와 views의 Merge를 수행하고 OR expansion작업을 수행한다.
Optimization 단계	Query에 대한 access path를 결정한다.
QEP Generation 단계	Query를 실행하는데 필요한 상세한 정보를 만들며, 이를 (Query Execution plan) QEP라고 한다.

Query Execution 단계	QEP에 따라 SQL문장을 실행한다.

참고 1) simple transformations

최적의 QEP를 만들어 내기 위하여 내부적으로 다음과 같은 유형의 Query들을 내부적으로 Transformation 시켜서 최적의 QEP를 찾는 것을 의미한다.

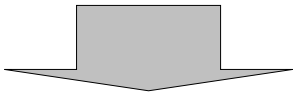
Example Expression	Transformation
ename LIKE 'WARD'	ename='WARD'
ename IN ('KING', 'WARD')	ename='KING' OR ename='WARD'
ename=ANY/SOME('KING', 'WARD')	ename='KING' OR ename='WARD'
deptno != ALL(10,20)	deptno != 10 AND deptno != 20
sal BETWEEN 2000 and 3000	sal >=2000 AND sal <= 3000
NOT(sal<1000 OR comm is null)	sal >= 1000 and comm is not null

참고 2) sub-queries 와 View Merging

sub-queries 와 View Merging이란 Optimizer가 보다 효과적인 QEP를 찾기 위하여 Query Rewrite 단계에서 수행되는 부분이다.

View Merging 예

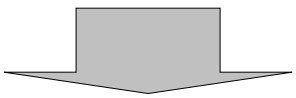
```
create view emp_d10 as
                    select * from emp where deptno=10;
select empno from emp_d10 where
                     empno > 11910;
```



```
select empno from emp
where deptno = 10 and empno > 11910;
```

Sub-Query Merging 예 (Single Row Sub Query)

```
deptno = (select deptno from emp
                where empno < 12501);
```



```
select ... from dept
where deptno = evaluated_value;
```

QEP(Query Execution Plan)

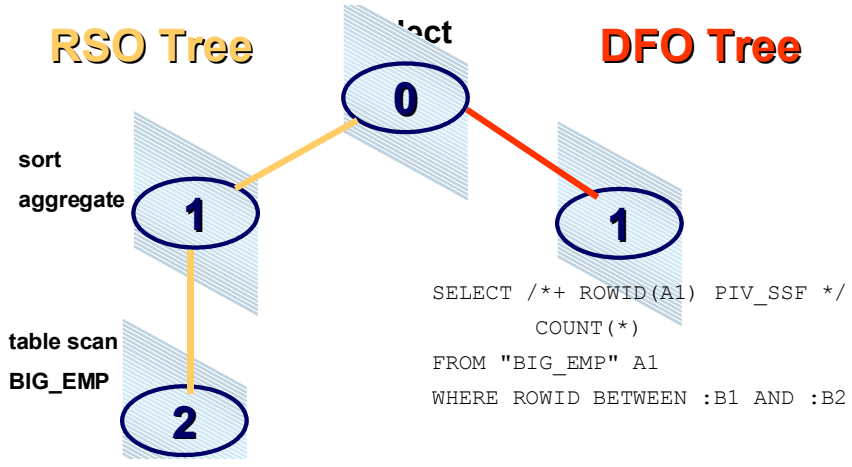
Oracle Optimizer는 주어진 Query에 대해서 실행하는데 필요한 상세한 정보인 Query Execution Plan을 생성하게 되며, Query Execution Plan은 Serial Plan과 Parallel Plan이 있다. Serial Plan이란 Query에 대해서 Parallel이 적용되지 않은 Plan이며, Parallel Plan이란 Query에 대해서 Parallel로 실행할 정보를 생성해 내는 것이다. 경우에 따라서 Serial Plan만 생성하거나, Serial과 Parallel Plan을 동시에 생성하기도 한다. Oracle의 Serial Plan은 Query가 Parallel로 수행할 정보가 없을 경우, 즉 Table의 Degree나 Hint등이 없는 경우는 Serial Plan만 만들게 되며, Parallelism이 적용될 경우 Serial Plan과 Parallel Plan을 만들게 된다. Oracle의 Serial Plan을 RSO Tree라 하며, Parallel Plan을 DFO Tree라고 한다.

RSO = Row Source Operator (Serial)
DFO = Data Flow Operator (Parallel)

예를 들어 "select count(*) from big_emp;"에 대한 Query Plan을 보면 다음과 같은 serial execution plan을 얻을 것이며

```
Query Plan
----------
0-SELECT STATEMENT
1- SORT AGGREGATE
2-  TABLE ACCESS FULL BIG_EMP
```

RSO와 DFO Tree는 다음과 같을 것이다.



Parallel로 실행할 경우 Execute시 Resource의 부족으로 원하는 Degree의 Parallelism으로 실행할 수 없는 경우 RSO Tree를 쓰기도 한다.

OLPT와 DW의 특징

□ OLTP의 특징

- □ **GOAL => Fast Response Time, Small operational datasets**
- □ **Parsing Time을 최소화 하고 SQL등이 공유될 수 있도록 Bind 변수의 사용**을 해야 한다.
- □ Index의 사용율이 높아야 한다.
- □ Sorting을 최소화 해야 한다.
- □ Nested Loop Join(FIRST_ROWS) 방식으로 많이 유도 한다.

□ DW의 특징

- □ **GOAL => Best Throughput, Large operational datasets**
- □ Index의 참조는 중요한 사항이 아니다.
- □ Sorting 또는 Aggregate Function등이 중요한 역할을 한다.
- □ Hash Join등을 많이 사용하도록 유도한다.
- □ **Parsing Time등은 그리 중요하지 않으며 Bind변수의 사용이 문제가 될 수 있다.**
- □ Parallel Query등의 사용율을 높인다.

Optimizer에 영향을 줄 수 있는 Parameters 항목

Optimizer가 Plan을 수립하는데 영향을 줄 수 있는 Parameter값이 무엇인지를 알고 있는 것이 무엇보다 중요하다. 다음에 나오는 항목은 Query가 수행당시의 Parameter중 Optimizer가 Plan을 수립하기 위해 참조된 항목이다. (Version마다 다름.)

□ OPTIMIZER_PERCENT_PARALLEL (Default=0)

Optimizer_Percent_parallel의 Parameter는 Cost Base Optimizer가 Cost를 계산하는데 영향을 주는 parameter이다. 즉 수치가 높을수록 Parallel을 이용하여 Full Table Scan으로 Table을 Access하려고 한다. 이 값이 0인 경우는 최적의 Serial Plan이나 Parallel Plan을 사용하며, 1~100일 경우는 Cost의 계산에서 Object의 Degree를 사용한다.

예를 들어

Optimizer_Percent_parallel=50
Table에 대한 Scan Cost=1000
Table의 Degree=5 일 경우

Cost = 1000/(5*(50/100)) = 400 이므로 RSO(Serial)보다는 DFO(Parallel)로 가도록 한다.

☐ OPTIMIZER_MODE/GOAL (Default=Choose)

☐ HASH_AREA_SIZE ,HASH_JOIN_ENABLED ,HASH_MULTIBLOCK_IO_COUNT

위의 parameter의 값에 따라서 Hash Join으로 유도할 수 있다.

☐ OPTIMIZER_SEARCH_LIMIT (Default=5)

Optimizer에게 Join Cost를 계산할 경우 From절에 나오는 Table의 개수에 따라서 Join의 경우의 수가 있을 수 있으며, Optimizer는 이들 각각의 경우의 수에 대한 Join Cost를 계산 하게 된다. 물론 일부 예외사항은 있다. 예를 들어 Cartesian Production Join등은 우선 순위가 낮으므로 뒤로 미루게 되어 있다. 이 parameter의 값이 5일 경우 From절에 5개의 Table에 대해서 모든 Join의 경우의 수를 가지고 Cost를 계산하게 되며, 그 개수는 5!=120개의 경우의 수에 대한 Join Cost를 계산하게 되므로 Optimizer가 많은 시간을 소모하게 되므로 Performance에 영향을 미칠 수도 있다.

☐ SORT_AREA_SIZE , SORT_MULTIBLOCK_READ_COUNT

위의 parameter의 값에 따라서 Sort Merge Join으로 유도할 수 있다.

☐ PARTITION_VIEW_ENABLED = TRUE

PARTITION_VIEW_ENABLED의 Parameter는 Partition View나 Partition Table을 사용할 경우에 Optimizer가 불필요한 Table의 Access를 Skip하도록 하기위한 기능이며, 전체 Table의 Cardinality를 계산하는 방식이 아니고 각 Partition Table의 Cardinality를 이용하게 하는 기능으로 Partition Table이나 View의 Cost를 작게 계산되도록 하여 Plan을 유도하는데 사용한다.

☐ _FAST_FULL_SCAN_ENABLED

이 값이 TRUE일 경우 Index에 대한 DB_FILE_MULTIBLOCK_READ_COUNT를 통한 Full Scan을 가능하도록 한다. 단 Index의 해당 Column에는 Not Null과 해당 Column이 모두 Index로 구성이 되어야 한다.

☐ DB_FILE_MULTIBLOCK_READ_COUNT

이 Parameter의 수치가 클수록 Index Scan보다는 Full Table Scan의 비중이 높아진다.

☐ OPTIMIZER_INDEX_CACHING (Default = 0)

Cost-base Optimizer가 nested loop join을 선호하도록 조절하는 parameter. Nested loop join시 buffer cache내에 inner table의 index를 cache화 하는 비율(%)를 지정하므로 nested loop join시 성능의 향상을 가져오며, Optimizer는 Cost계산시 이 비율을 반영하여 Nested Loop Join을 선

호하도록 Plan이 선택된다.(0~100) 100에 근접할수록 Index Access Path가 결정될 가능성이 높다.

□ OPTIMIZER_INDEX_COST_ADJ (Default =100)

Optimizer가 Index를 사용하는 위주의 Plan으로 풀릴 것인지 또는 가능한 사용하지 않을 쪽으로 풀릴 것인지의 비중을 지정한다. Cost-base optimizer는 Rule Base처럼 Index를 사용하도록 Plan이 주로 만들어 지게 되나, 반드시 index가 있다고 rule-base처럼 index를 이용한 plan으로 처리되는 것은 아니다. index를 이용한 plan위주로 하고자 한다면 100(%) 이하를, 가능한 index를 사용하지 않고자 한다면 100이상을 지정한다. (1 ~ 10000)

□ _ALWAYS_STAR_TRANSFORMATION (HIDDEN)

TRUE일 경우 Optimizer는 항상 star transformation의 사용을 선호한다.

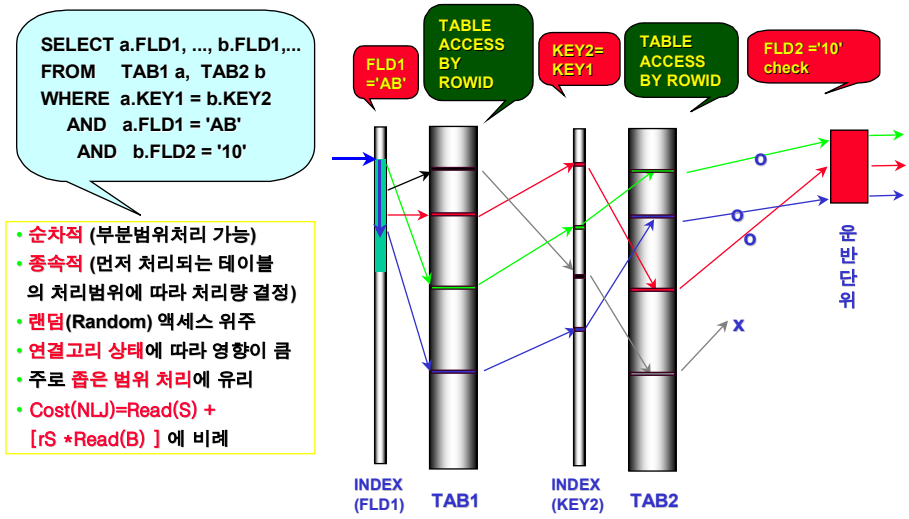
Join Method별 특징

Oracle의 Join Method는 Nested Loop Join(NLJ), Sort Merge Join(SMJ), Hash Join(HJ)의 3가지가 있다. SQL의 Join Method별 특징을 정확히 알고 Table들의 Data량과 조건절의 조건 값에 따라 적절한 Join Method를 사용하여야 한다.

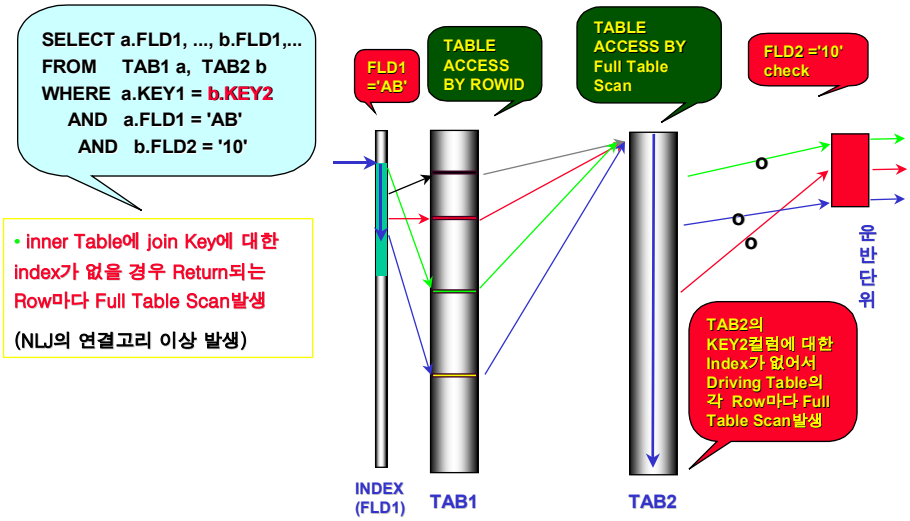
Nested Loop Join(NLJ)

- ✓ NLJ는 순차적인 처리로 Fetch의 단위(ArraySize,PrefetchSize)마다 결과 Row를 Return받을 수 있다.
- ✓ NLJ은 Driving Table에서 많은 Row들이 Filtering되어 Inner Table로 찾아 들어가는 부분을 줄여야 하므로 Driving순서가 중요하다.
- ✓ Inner Table은 driving Table의 Return되는 모든 Row들에 대해서 반복 실행하므로 Access의 효율이 좋아야 한다. 즉 대부분의 경우 Inner Table은 Index가 있어야 한다. 또한 Index의 효율이 좋아야 한다. Index의 효율이 좋지 않아 전체의 Index Range Scan과 같은 경우는 최악의 조건이다.
- ✓ NLJ는 주로 Index위주의 Single Block I/O의 Random I/O위주 이므로 OLTP에서 적은 Data 범위 처리에 주로 사용된다. 즉 전체의 15%이상의 경우는 Full Table Scan을 이용한 Sort Merge또는 Hash Join을 이용한다.
- ✓ NLJ도 Driving Table이 Full Table Scan에 Parallel로 처리되면 Inner Table도 Parallel로 종속적으로 처리된다.

- Inner Table에 Index가 있을 경우



- Inner Table에 Index가 없을 경우



Sort Merge Join(SMJ)

✓ 전체범위. 즉 전체 Row들을 가지고 어떤 Operation(모든 Rows들을 Join Key로 Sorting)하기 전까지는 어떠한 Row들도 Return할 수 없음.

✓ NLJ과 같이 Driving Table의 Return되는 Row수와 Inner Table의 Access Pattern에 의에 Access 의 효율이 좌우되지 않으며, Join Table간의 자신의 처리범위로만 처리량을 결정하므로 독립적이다.

✓ Sort의 CPU사용에 대한 Overhead가 있다. 그러므로 많은 Row들과 전체적으로 Select List의 Size의 합이 큰 Table의 Join에는 문제가 있다. 즉 Disk Sort를 피할 수가 없으며, Sort의 CPU 비용이 많이 든다.

✓ Disk Sort만 발생하지 않는다면 넓은 범위 처리에 유리하다.

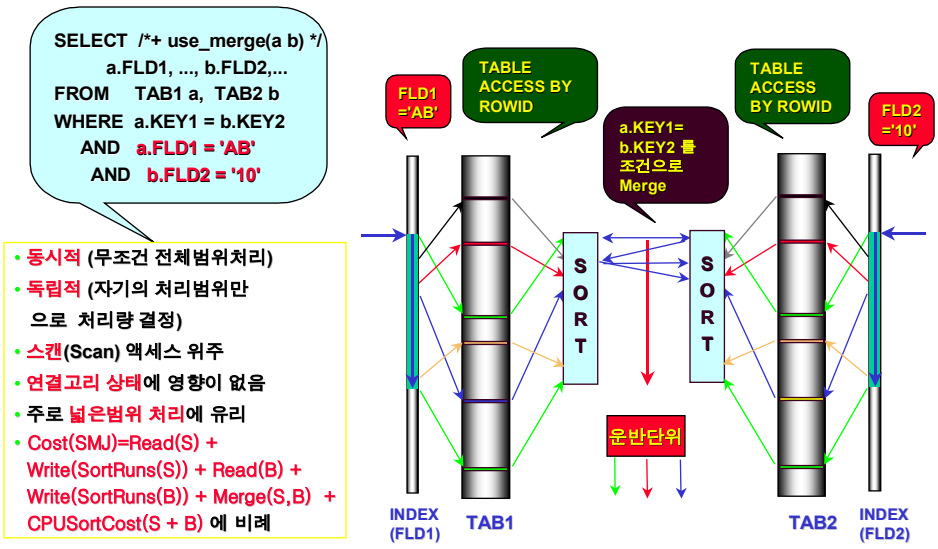
✓ Disk Sort를 피할 수 없는 경우라면 SORT_AREA_SIZE , SORT_MULTIBLOCK_READ_COUNT를 SQL마다 Session Level에 할당해서 사용하도록 한다. 또한 TEMP Tablespace의 Extent Size도 충분히 크게 주도록 한다.

ALTER SESSION SET SORT_AREA_SIZE= 104857600;

ALTER SESSION SET SORT_MULTIBLOCK_READ_COUNT=128;

✓ Sort Memory의 Size는 (= Target rows * (total selected column's bytes) * 2) 이상 설정하되 PGA의 Memory의 한계로 인해 TEST를 통해 PGA Memory Allocation Error가 발생하지 않는 범위 내에서 설정하도록 한다. (현재 100MB까지는 이상 없었음). 필요시 10032 Trace를 이용해 점검한다.

ALTER SESSION SET EVENTS '10032 TRACE NAME CONTEXT FOREVER;



Hash Join(HJ)

- ✓ Hash Join은 두개의 Join Table중 Small Table(Where조건에 의해 Filtering된 Row수가 작은 Table)을 가지고 HASH_AREA_SIZE에 지정된 Memory내에 Hash Table을 만든다.

- ✓ Hash Table을 만든 이후 부터는 부분범위처리 형태이다. 그러므로 NLJ과 SMJ의 장점을 가지고 있다.

- ✓ NLJ과 같이 Driving Table의 Return되는 Row수와 Inner Table의 Access Pattern에 의에 Access 의 효율이 좌우되지 않으며, Join Table간의 자신의 처리범위로만 처리량을 결정하므로 독립적이다.

- ✓ SMJ의 단점인 많은 Row들과 전체적으로 Select List의 Size의 합이 큰 Table의 Join시 Sort 의 CPU사용에 대한 Overhead 및 Disk Sort와 같은 문제점은 없다. 그러므로 최소한 SMJ보다는 우수하다.

- ✓ 한 Table은 작은 Size(Return되는 Row수 와 Select List기준), 한 Table은 아주 큰 Size의 Join에 유리하다. 이러한 경우는 반드시 작은 Size를 가지고 Hash Table을 만들어야 한다.

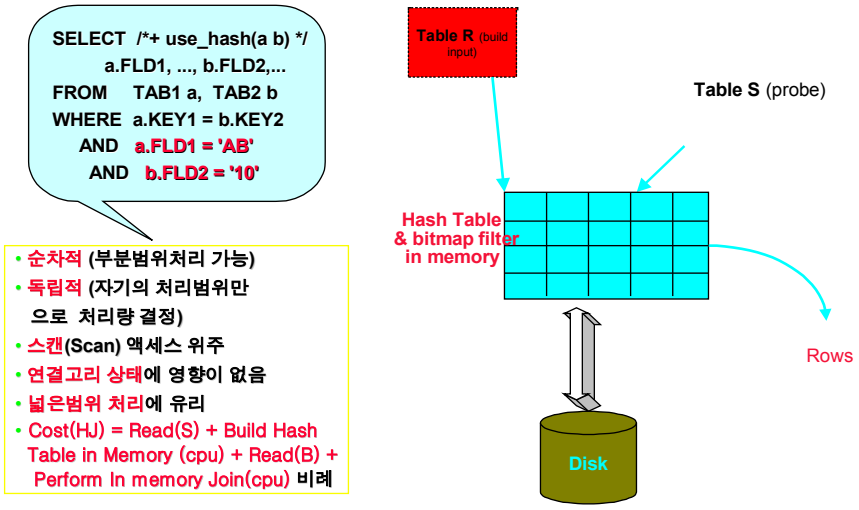
- ✓ Hint를 잘 못 주어서 Big Table부터 Driving(Build Table)된다면 HASH_AREA_SIZE의 Memory부족으로 TEMP Disk I/O가 발생한다. 그러므로 Hint를 줄 경우 반드시 Driving순서를 정확히 주어야 한다.

- ✓ Disk I/O를 피할 수 없는 경우라면 HASH_AREA_SIZE(default : =SORT_AREA_SIZE * 2) 를 SQL마다 Session Level에 할당해서 사용하도록 한다. 또한 TEMP Tablespace의 Extent Size도 충분히 크게 주도록 한다. HASH_MULTIBLOCK_IO_COUNT는 Optimizer에게 자동 조정하도록 설정하지 않는다.

  ALTER SESSION SET HASH_AREA_SIZE= 104857600;

- ✓ Hash Memory의 Size는 (= Small Table의 Target rows * (total selected column's bytes) * 1.5) 이상 설정하되 PGA의 Memory의 한계로 인해 TEST를 통해 PGA Memory Allocation Error가 발생하지 않는 범위 내에서 설정하도록 한다. (현재 100MB까지는 이상 없었음). 필요시 10104 Trace를 이용해 점검한다.

  ALTER SESSION SET EVENTS '10104 TRACE NAME CONTEXT FOREVER;



- Hash Join 예

Key	Hash1	Partition# (2 partitions)	Hash2	Bitvec Pos (32 bits)	Bucket# (8 bkts)
ANDY	267B4DCD	1	807F5A3E	1E	6
POONAM	7AF8C9A7	1	3E5CEEDC	1C	4
DEEPAK	EE5FFFFE	0	D61F8268	08	0
RUSS	4403A5DA	0	AB31D505	05	5
SUNITHA	32C9A7C6	0	C9F92A85	05	5
RAMESH	3A754F8D	1	E9000EFB	1B	3
JONATHAN	DE3525B1	1	10C2B4BC	1C	4
RICHARD	DF970C35	1	16A2D766	06	6

Assuming,
Partition# mask = 0x00000001
Bitvec Position mask = 0x0000001F
Hash Bucket mask = 0x00000007

English Table

Name
ANDY
RUSS
JONATHAN
RICHARD

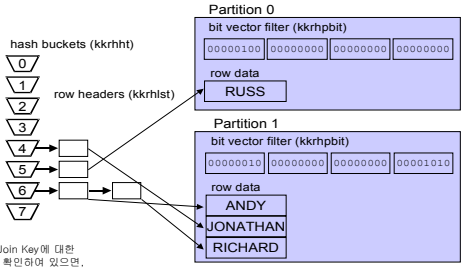
BugEsc Table

Name
ANDY
POONAM
DEEPAK
RUSS
SUNITHA
RAMESH
JONATHAN

```
select /*+ use_hash(BugEsc) */
English.Name from English, BugEsc
where English.Name=BugEsc.Name;
```

1. Build Table단계 : smaller table (English) 을 Scan하여 Memory상에 Hash Table을 만든다. Hash Table은 partitioned, bit vectors, Hash Bucket으로 구성되며, Hash Table을 만드는 과정에서 Hash memory가 부족할 경우 TEMP Disk로 partition의 일부 또는 전부를 보관한 뒤 2번째 단계에서 처리하게 된다.

	Partition#	Bit Vector
ANDY	1	1E
RUSS	0	05
JONATHAN	1	1C
RICHARD	1	06



2. Probing Table단계 : Hash Table을 만든 이후, larger table (BugEsc) 을 Scan하여 Join Key에 대한 Hash Function #1,#2를 적용하여 해당 partition 및 Bucket에 같은 Join Key가 있는지 확인하여 있으면, 즉 Join이 성립되면 Row들을 Return하고 없으면 Row를 버리게 된다.

ANDY	Passes bitvec. Found on chain 6 **Row returned**.
POONAM	Partition 1 and bitvec (1C) is set. However, row not found on chain 4.
DEEPAK	Partition 0 but bitvec (08) unset.
RUSS	Passes bitvec. chain 5. **Row returned**.
SUNITHA	Partition 0 , bitvec bitvec 5 set, however, not found on chain 5.
RAMESH	Partition 1 but bitvec (1B) unset.
JONATHAN	partition 1 on chain 4. **Row returned.**

PRO*C Precompile Option권장 안

1. **User의 입력조건에 따라 SQL문장이 만들어 지는 Dynamic SQL이라도 Bind변수를 사용한 공유형태의 SQL문장으로 작성한다. 특히 사용빈도가 아주 높은 곳에는 반드시 적용한다. 단. 변경이 없는 상수(Literal)는 문제가 없다. (Application)**
2. **Bind변수를 사용하지 않는 곳에는 Pro*C Compile Option중 RELEASE_CURSOR=YES, HOLD_CURSOR=NO 의 Option으로 Compile한다. RELEASE_CURSOR=NO로 Compile할 경우는 모든 부분이 Bind변수를 사용하여 공유화 할 경우만 사용한다. (Application)**
3. **PRO*C의 경우 Oracle 8i부터 제공되는 PREFETCH를 Compile Option을 100정도로 사용한다. Array Fetch를 사용한 기존의 Program은 그대로 사용한다. ODBC,JDBC,OLEDB,OO4O와 같은 다른 DB접속 방식도 PREFETCH기능을 제공하므로 이 기능을 충분히 활용한다. (Application)**

PRO*C 개발자의 주의 사항

- ✓ MAXOPENCURSORS :maxopencursors가 Application에서 실행되는 SQL을 수용할 정도로 충분하고 OPEN_CURSORS(init.ora)이내라면 "hold_cursor=yes / release_cursor=no" 와 "hold_cursor=no / release_cursor=no" 의 차이는 없음.
- ✓ hold_cursor=yes,release_cursor=no : SQL문장이 대부분 Literal SQL(비공유 SQL)일 경우 Cursor Cache 의 크기가 무한정 늘어나서 max open cursor문제 주의.
- ✓ release_cursor=yes : CPU사용률 증가 및 성능저하가 많이 발생하기 때문에 가능하면 사용하지 않도록 한다. 즉 Literal SQL을 수정하고 공유화 한 후에 release_cursor=no를 사용한다.
- ✓ session_cached_cursors(init.ora) : hold_cursor 와 유사한 역할을 하며, Bind변수를 사용한 경우만 적용한다.
- ✓ Dynamic SQL (Method #1 ~ #4) :compile option 과 상관없이 무조건 parse call 이 발생. 즉 Statistics SQL처럼 고정된 형태가 아니라 매번 SQL문장이 변경될 수 있으므로 Parse Call은 발생한다. 그러나 Dynamic SQL도 Hard Parsing만큼은 일어나지 않도록 하기 위해 Bind변수를 사용해야 한다.

Precompile Option

Release Cursor (default : NO)

- ✓ 정의 : SQL문장이 실행되어질 때 연관된 cursor cache와 private SQL area간의 link를 control 하는 Option.
- ✓ If release_cursor=Yes Then : SQL 문장 실행 후 cursor가 close되고 link가 remove되며 메모리가 free되어진다.
- ✓ If release_cursor=No and hold_cursor=Yes Then : link가 유지되고 precompliler는 open cursor 수가 MAXOPENCURSORS를 넘지 않는 한 link를 재사용하지 않는다.
- ✓ 일반적으로 빈번하게 수행되는 OLTP application에서는 NO로 사용하여 처리 성능을 높힐 수 있다. 단 반드시 Bind변수를 사용한 경우에 가능하다. (단 전제 조건으로 반드시 Bind변수를 사용한 곳에 적용을 한다. Literal을 사용한 곳은 YES로 사용한다.)

Hold cursor (default : NO)

- ✓ 정의 : SQL문장이 실행되어질 때 연관된 cursor와 cursor cache entry간의 link 상태를 control 하는 Option. (cursor cache entry는 문장을 processing할 때 필요한 정보를 저장하는 곳이다).
- ✓ If hold_cursor=no Then : SQL문장을 실행한 후 cursor가 close되고 precompiler는 link를 reusable상태로mark, 그리고는 다른 SQL문장을 위해 그 link를 바로 사용할 수 있고 Private SQL area에 할당된 메모리를 free시킨다.
- ✓ If hold_cursor=Yes and release_cursor=No Then : link가 유지되고 precompliler는 다른 SQL을 위해 그 link를 다시 사용하지 않는다. reparsing할 필요가 없고 private sql area에 메모리를 할당할 필요가 없어 performance가 좋아진다.
- ✓ Release_cursor=Yes 가 Hold_cursor=Yes에 우선하고 Hold_cursor=NO는 release_cursor=NO 에 우선한다.
- ✓ Release cursor option과 마찬가지로 빈번하게 수행되는 OLTP,BATCH application에서는 YES 로 사용하여 처리 성능을 높힐 수 있다. 단 해당 SQL을 재사용이 자주 되는 경우만 지정한다. (단 전제 조건으로 반드시 Bind변수를 사용한 경우만 YES로 적용을 한다. Literal을 사용한 곳은 NO로 사용한다.)

MaxOpenCursors (Deafult : 10)

- ✓ Precompiler가 cache하려는 동시에 open되는 cursor의 수를 지정하는 option이다.
- ✓ Maxopencusors는 SQLLIB cursor cache의 initial size를 지정한다. Free cache 엔트리가 존재하지 않을 때 새로운 cursor가 필요하다면 entry를 reuse할 것이다. 그러나 reuse하는 것은 hold_cursor, release_cursor 파라미터와 관련한 cursor cache entry의 상태에 따라 불가능할 수도 있어 reuse가 불가할 시에는 새로운 cursor cache entry을 할당한다.
- ✓ 필요하다면 open_cursors에 지정된 limit에 도달하거나 메모리를 다 사용할 때까지 cursor cache entry를 추가할 것이다.

- ✓ Maxopencursors 파라미터는 open_cursors 수보다 작아야 한다.
- ✓ 프로그램에서 필요한 동시 open cursor 수가 증가함에 따라 maxopencursors를 재지정하고자 할 것이지만 대부분의 프로그램에서 10정도를 지정하는 것이 적정하다.
- ✓ 특별히 application에서 동시에 open하는 커서가 많지 않으면 default로 사용한다. HOLD_CURSOR=YES를 지정하고 Open된 Cursor가 많을 경우는 값을 Default이상으로 지정한다.

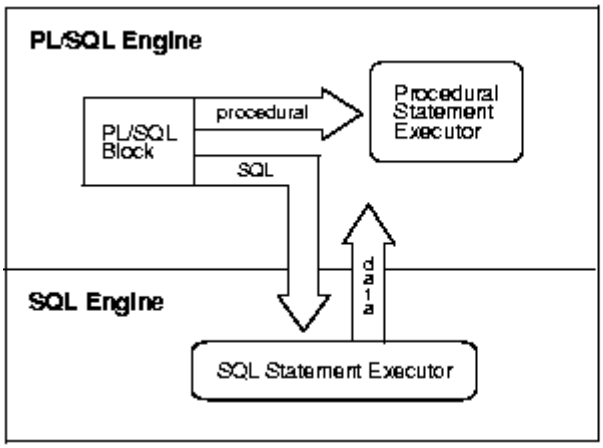
Unsafe_null (Default : NO)

- ✓ Indicator 변수를 사용하지 않고 null을 fetch할 때 발생하는 ora-1405 에러를 유발시키지 않도록 하는 option이다. 1405 에러가 유발되지 않도록 하기위해서는 unsafe_null을 yes로 설정하여 application을 compile한다.
- ✓ MODE가 ORACLE이거나 DBMS=V7,V8 혹은 V6_CHAR인 경우에 한해서 적용된다.
- ✓ 그러나 unsafe_null option은 embedded PL/SQL block내에서는 적용되지 않아 PL/SQL block을 사용할 때는 반드시 indicator 변수를 사용하여야만 null fetch 시 발생하는 1405 에러를 피할 수 있다.
- ✓ Unsafe_null option은 YES로 설정하여 사용하고 Null value 에러 유발 방지를 위해 사용했던 NVL 함수는 생략하도록 한다. Application의 작성형태에 맞게 고려한다.

Prefetch (Default : 1)

- ✓ Server와의 Roundtrip수를 줄이고 Memory의 효과적인 사용측면에 효과적이다. Server와의 Roundtrip을 줄임으로서 성능의 획기적인 향상을 가져온다.
- ✓ Array Fetch 기능을 내부적으로 App에서 하지 않더라도 내부적으로 Pre Fetch해서 App뿐만 아니라 DBMS에 성능향상을 가져온다.
- ✓ OLTP에서는 100정도로 설정하며, Fetch해오는 Row수가 적다면(주로 1건 단위 Fetch)일 경우는 성능에 별 효과는 없다.
- ✓ 야간 Batch등에 많은 Row수를 처리할 경우는 1000 ~ 5000정도로 큰 값을 지정하여 사용한다.
- ✓ ODBC Driver, JDBC, Pro*C등에 사용될 수 있다.
- ✓ PREFETCH=100 정도로 OLTP의 App에 설정하여 사용한다.

PL/SQL Engine과 SQL Engine의 Overhead를 줄이기 위한 방안



위의 그림은 일반적인 PL/SQL engine이 SQL engine과 어떻게 상호작용을 하는가를 보여주고 있다. 정상적인 PL/SQL 프로그램에서 SQL을 수행해야 하는 경우 이를 SQL engine에 보내게 되고 SQL engine은 이를 처리하고 만약 필요할 경우 Data를 반환하게 된다. 이러한 PL/SQL engine과 SQL engine 사이의 context switching은 overhead를 야기한다. 그러므로 불필요한 SQL문장(계산용 SQL)의 실행은 PL/SQL문장의 자체 기능으로 처리하며, 또한 loop성 Query는 Bulk Binding형태로 처리하는 기능을 제공한다.

예1) <<< Bulk Binding 을 이용한 Insert Sample >>>

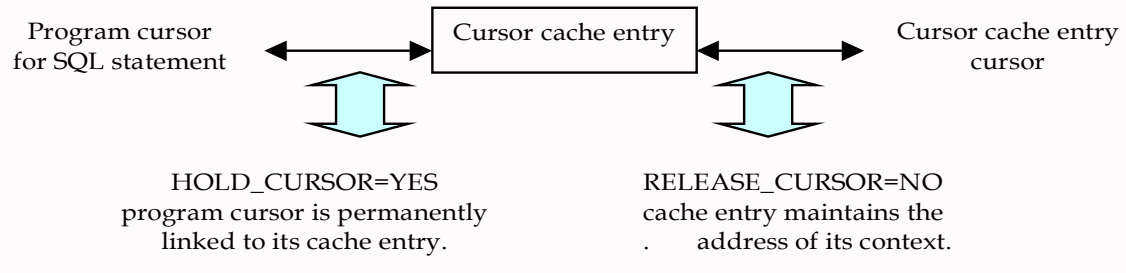
```
SET SERVEROUTPUT ON
CREATE TABLE parts (pnum NUMBER(4), pname CHAR(15));


DECLARE
        TYPE NumTab IS TABLE OF NUMBER(4) INDEX BY BINARY_INTEGER;
        TYPE NameTab IS TABLE OF CHAR(15) INDEX BY BINARY_INTEGER;
        pnums NumTab;
        pnames NameTab;
        t1 NUMBER(5);
        t2 NUMBER(5);
        t3 NUMBER(5);
        PROCEDURE get_time (t OUT NUMBER) IS
        BEGIN SELECT TO_CHAR(SYSDATE,'SSSSS') INTO t FROM dual; END;
BEGIN
        FOR j IN 1..5000 LOOP -- load index-by tables
                pnums(j) := j;
                pnames(j) := 'Part No. ' || TO_CHAR(j);
        END LOOP;

        get_time(t1);

        FOR i IN 1..5000 LOOP -- use FOR loop
                INSERT INTO parts VALUES (pnums(i), pnames(i));
        END LOOP;

        get_time(t2);

        FORALL i IN 1..5000 -- use FORALL statement
                INSERT INTO parts VALUES (pnums(i), pnames(i));

        get_time(t3);
        dbms_output.put_line('Execution Time (secs)');
        dbms_output.put_line('----------------------');
        dbms_output.put_line('FOR loop: ' || TO_CHAR(t2 - t1));
        dbms_output.put_line('FORALL: ' || TO_CHAR(t3 - t2));
END;
```

```
/
```

예2) <<< Bulk Collect & Bulk Binding 을 이용한 Update Sample >>>

```
drop table emp2;

CREATE TABLE emp2 (deptno NUMBER(2), job VARCHAR2(15));

INSERT INTO emp2 VALUES(10, 'Clerk');
INSERT INTO emp2 VALUES(10, 'Clerk');
INSERT INTO emp2 VALUES(20, 'Bookkeeper');
INSERT INTO emp2 VALUES(30, 'Analyst');
INSERT INTO emp2 VALUES(30, 'Analyst');


drop table emp3;

CREATE TABLE emp3 (deptno NUMBER(2), job VARCHAR2(15));

INSERT INTO emp3 VALUES(10, '');
INSERT INTO emp3 VALUES(10, '');
INSERT INTO emp3 VALUES(20, '');
INSERT INTO emp3 VALUES(30, '');
INSERT INTO emp3 VALUES(30, '');

commit;


DECLARE
  TYPE EMP2_JOB IS TABLE OF EMP2.JOB%TYPE;
  TYPE EMP2_DEPTNO IS TABLE OF EMP2.DEPTNO%TYPE;
  EMP2_JOB_C EMP2_JOB;
  EMP2_DEPTNO_C EMP2_DEPTNO;
BEGIN

        SELECT JOB,DEPTNO BULK COLLECT INTO EMP2_JOB_C,EMP2_DEPTNO_C FROM EMP2;

        FORALL i IN 1..EMP2_JOB_C.COUNT
          UPDATE emp3 set job = EMP2_JOB_C(i) where deptno  = EMP2_DEPTNO_C(i);

EXCEPTION
        WHEN OTHERS THEN
        ROLLBACK; -- or COMMIT;

END;
/
```

RELEASE_CURSOR의 Option에 따른 성능차이



OLTP의 Bind변수를 사용한 Application에 대해서 PRO*C 의 Compile Option을

HOLD_CURSOR=YES, RELEASE_CURSOR=NO,PREFETCH=100 (test를 통한 적정치) 사용

여러 Row를 Return할 경우 Cursor를 선언하여 이용하게 된다. 또한 SQL문장이 Bind값만 바뀌어 처리를 하게 되며(성능을 위해서 OLTP에서는 필수적으로 Bind변수 사용. 즉 Literal을 사용한 Dynamic SQL자제) 이 경우 RELEASE_CURSOR의 Option NO,YES에 따라 SQL실행 성능뿐 아니라 전체적으로 Oracle System에 대한 Parsing Request가 줄어들어 안정적인 시스템을 유지하기에 필수적인 사항이다. RELEASE_CURSOR의 Option에 따른 성능 TEST를 한 Instance에서 TEST한 결과이다. 결과적으로 TEST시나리오의 경우는 3.5배의 효과가 있었다. 그러나 실행되는 SQL문장의 규모가 크다면 더욱 더 큰 결과를 가져올 것이다.

Sample PRO*C Pgm (sample1.pc)

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <sqlda.h>
#include <sqlcpr.h>
#include <sqlca.h>

#define     UNAME_LEN      20
#define     PWD_LEN        40

VARCHAR     username[UNAME_LEN];  /* VARCHAR is an Oracle-supplied struct */
varchar     password[PWD_LEN];    /* varchar can be in lower case also. */

VARCHAR   emp_name[UNAME_LEN];
long      salary;
long      salary1;



void sql_error(msg)
   char *msg;
{
   char err_msg[128];
   size_t buf_len, msg_len;

   EXEC SQL WHENEVER SQLERROR CONTINUE;

   printf("\n%s\n", msg);
   buf_len = sizeof (err_msg);
   sqlglm(err_msg, &buf_len, &msg_len);
   printf("%.*s\n", msg_len, err_msg);

   EXEC SQL ROLLBACK RELEASE;
   exit(EXIT_FAILURE);
}



void main()
{
   strncpy((char *) username.arr, "SCOTT", UNAME_LEN);
   username.len = (unsigned short) strlen((char *) username.arr);
   strncpy((char *) password.arr, "TIGER", PWD_LEN);
   password.len = (unsigned short) strlen((char *) password.arr);

   EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO sql_error("ORACLE error--\n");

   EXEC SQL CONNECT :username IDENTIFIED BY :password;

   EXEC SQL ALTER SESSION SET SQL_TRACE=TRUE;
   EXEC SQL ALTER SESSION SET TIMED_STATISTICS=TRUE;
```

```
    /*=====================================================================*/

    EXEC SQL DECLARE emp_cursor CURSOR FOR
        SELECT ename, sal from emp where sal > :salary and
        sal <= :salary + 1000;

    salary = 0;
    while (salary < 5000)
    {
        EXEC SQL OPEN emp_cursor;
        while (sqlca.sqlcode != 0 )
        {
            EXEC SQL FETCH emp_cursor INTO :emp_name, :salary1;
        }
        salary += 10;
        EXEC SQL CLOSE emp_cursor; /* <== MODE=ANSI 에서는 Loop내에 둬야 함 */
    }
    /*EXEC SQL CLOSE emp_cursor; */


    /*=====================================================================*/

    exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

RELEASE_CURSOR=NO

SQL Trace를 확인해 보면 처음에 한번만 DBMS에게 Parse Request를 하므로 Parsing Overhead가 없다. 그러나 Bind변수를 사용하지 않은 경우라면 Cursor라면 RELEASE_CURSOR=NO를 피해야 한다. OLTP에서와 또한 집중적으로 변경이 이루어지는 Batch Job에서 loop성 SQL문장에 대해서는 Bind변수를 사용하고 RELEASE_CURSOR=NO를 지정하여야 한다.

```
=====================
PARSING IN CURSOR #1 len=74 dep=0 uid=190 oct=3 lid=190 tim=3842865443 hv=842476701
ad='3567d670'
select ename ,sal  from emp where (sal>:b0 and sal<=(:b0+1000))
END OF STMT
PARSE #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=1,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842865443
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842865443




select ename ,sal
from
 emp where (sal>:b0 and sal<=(:b0+1000))
```

```
call     count       cpu    elapsed       disk      query    current        rows
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
Parse        1      0.00       0.00          0          0          0           0
Execute    500      0.03       0.00          0          0          0           0
Fetch      500      0.01       0.04          0        500       2000         400
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
total     1001      0.04       0.04          0        500       2000         400
```

RELEASE_CURSOR=YES

SQL Trace를 확인해 보면 매번 DBMS에게 Parse Request를 하므로 Parsing Overhead(Roundtrip증가, library cache latch Contention, CPU증가)가 발생한다. 그러므로 아래와 같은 결과가 나타나게 된다. Bind변수를 사용한 경우에 반복적으로 실행되는 Cursor라면 RELEASE_CURSOR=YES를 피해야 한다.

```
=====================
PARSING IN CURSOR #1 len=74 dep=0 uid=190 oct=3 lid=190 tim=3842884939 hv=842476701
ad='3567d670'
select ename ,sal  from emp where (sal>:b0 and sal<=(:b0+1000))
END OF STMT
PARSE #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842884939
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842884939
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842884939
STAT #1 id=1 cnt=1 pid=0 pos=0 obj=16369 op='TABLE ACCESS FULL EMP '
=====================
PARSING IN CURSOR #1 len=74 dep=0 uid=190 oct=3 lid=190 tim=3842884939 hv=842476701
ad='3567d670'
select ename ,sal  from emp where (sal>:b0 and sal<=(:b0+1000))
END OF STMT
PARSE #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842884939
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842884939
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842884939
STAT #1 id=1 cnt=1 pid=0 pos=0 obj=16369 op='TABLE ACCESS FULL EMP '
=====================
PARSING IN CURSOR #1 len=74 dep=0 uid=190 oct=3 lid=190 tim=3842884939 hv=842476701
ad='3567d670'
select ename ,sal  from emp where (sal>:b0 and sal<=(:b0+1000))
END OF STMT
PARSE #1:c=1,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842884939
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842884939
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842884939
STAT #1 id=1 cnt=1 pid=0 pos=0 obj=16369 op='TABLE ACCESS FULL EMP '
=====================
PARSING IN CURSOR #1 len=74 dep=0 uid=190 oct=3 lid=190 tim=3842884939 hv=842476701
ad='3567d670'
select ename ,sal  from emp where (sal>:b0 and sal<=(:b0+1000))
END OF STMT
PARSE #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842884939
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=3842884939
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=4,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=3842884939


select ename ,sal
from
 emp where (sal>:b0 and sal<=(:b0+1000))


call     count       cpu    elapsed       disk      query    current        rows
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
Parse      500      0.10       0.03          0          0          0           0
Execute    500      0.02       0.04          0          0          0           0
Fetch      500      0.02       0.02          0        500       2000         400
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
total     1500      0.14       0.09          0        500       2000         400
```

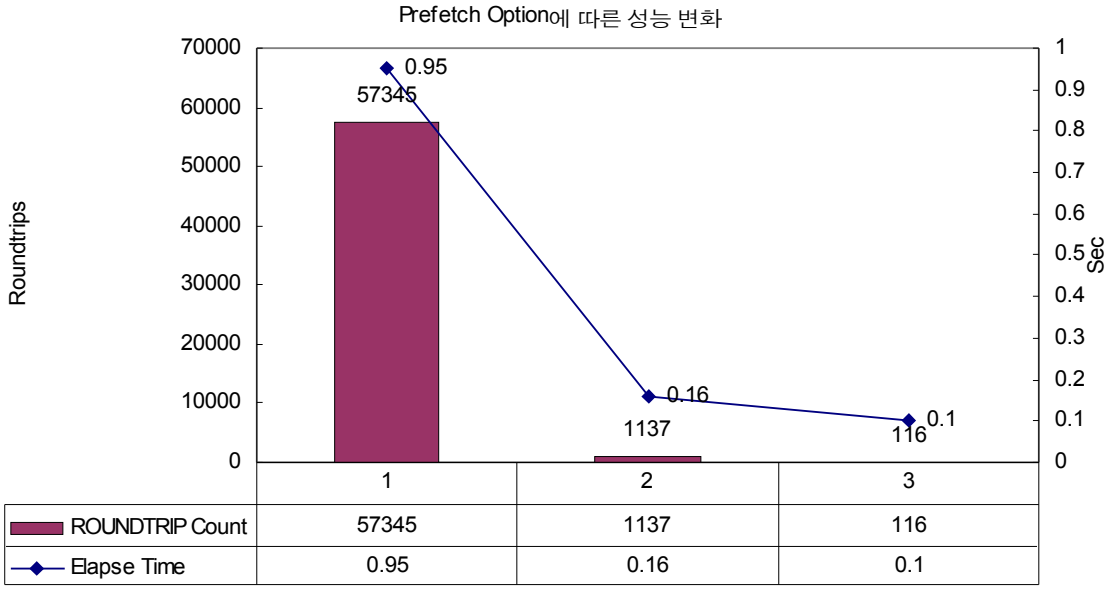
PREFETCH의 효율

- ✓ Prefetch란 PRO*C에서 Oracle 8i 이상의 version에서 제공하며 Server와의 Rountrip수를 줄이고 Memory의 효과적인 사용측면에 효과적이다. Server와의 Roundtrip을 줄임으로서 성능의 획기적인 향상을 가져온다. 이러한 기능은 ODBC,OLE DB, OO4O,JDBC Driver에서도 제공된다.
- ✓ 지정하지 않으면 Default가 1이며, 9i에서는 실제 Fetch단위가 PREFETCH + 1로 가져온다.
- ✓ Array Fetch 기능을 내부적으로 App에서 하지 않더라도 내부적으로 Pre Fetch해서 App뿐만 아니라 DBMS에 성능향상을 가져온다.
- ✓ OLTP에서는 100정도로 설정하며, Fetch해오는 Row수가 적다면(주로 1건 단위 Fetch)일 경우는 성능에 별 효과는 없다.
- ✓ 야간 Batch등에 많은 Row수를 처리할 경우는 1000 ~ 5000정도로 큰 값을 지정하여 사용한다.
- ✓ ODBC Driver, JDBC, Pro*C등에 사용될 수 있다.
- ✓ PREFETCH=100 정도로 OLTP의 App에 설정하여 사용한다.

Prefetch의 변화에 따른 성능 비교표

- ✓ 총 Row수 : 114688
- ✓ 실행 SQL : "select ename from bigemp"
- ✓ 대상 DBMS : Oracle 9i, HANFIS2 DB

	PREFETCH	ROUNDTRIP Count	Elapse Time
1	1	57345	0.95
2	100	1137	0.16
3	1000	116	0.1



Prefetch=1

```
select ename
from
 bigemp


call     count       cpu    elapsed       disk      query    current        rows
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
Parse        1      0.00       0.00          0          0          0           0
Execute      1      0.00       0.00          0          0          0           0
Fetch    57345      0.79       0.95          0      57716          0      114688
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
total    57347      0.80       0.95          0      57716          0      114688

Misses in library cache during parse: 1
Optimizer goal: CHOOSE
Parsing user id: 20

Rows     Row Source Operation
-------  ---------------------------------------------------
 114688  TABLE ACCESS FULL BIGEMP


=====================
PARSING IN CURSOR #1 len=37 dep=0 uid=20 oct=3 lid=20 tim=1037762838818267 hv=2376501895
ad='9185be8'
select ename  from bigemp
END OF STMT
PARSE #1:c=976,e=976,p=0,cr=0,cu=0,mis=1,r=0,dep=0,og=4,tim=1037762838818267
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=1037762838818267
FETCH #1:c=976,e=977,p=0,cr=3,cu=0,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=1037762838819244
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838829010
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838835846
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838842682
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838850494
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838857330
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838864166
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838871979
```

```
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838878815
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838885651
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=2,dep=0,og=4,tim=1037762838893463
……….
```

Prefetch=100

```
select ename
from
 bigemp


call     count       cpu    elapsed       disk      query    current        rows
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
Parse        1      0.00       0.00          0          0          0           0
Execute      1      0.00       0.00          0          0          0           0
Fetch     1137      0.12       0.16          0       1808          0      114688
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
total     1139      0.12       0.16          0       1808          0      114688

Misses in library cache during parse: 0
Optimizer goal: CHOOSE
Parsing user id: 20

Rows     Row Source Operation
-------  ---------------------------------------------------
 114688  TABLE ACCESS FULL BIGEMP



=====================
PARSING IN CURSOR #1 len=37 dep=0 uid=20 oct=3 lid=20 tim=1037763404850719 hv=2376501895
ad='9185be8'
select ename  from bigemp
END OF STMT
PARSE #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=1037763404850719
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=1037763404850719
FETCH #1:c=976,e=976,p=0,cr=3,cu=0,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=1037763404851695
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=101,dep=0,og=4,tim=1037763404851695
FETCH #1:c=976,e=977,p=0,cr=2,cu=0,mis=0,r=101,dep=0,og=4,tim=1037763404861461
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=101,dep=0,og=4,tim=1037763404879039
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=2,cu=0,mis=0,r=101,dep=0,og=4,tim=1037763404880992
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=1,cu=0,mis=0,r=101,dep=0,og=4,tim=1037763404882945
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=2,cu=0,mis=0,r=101,dep=0,og=4,tim=1037763404884898
……….
```

Prefetch=1000

```
select ename
from
 bigemp


call     count       cpu    elapsed       disk      query    current        rows
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
Parse        1      0.00       0.00          0          0          0           0
Execute      1      0.00       0.00          0          0          0           0
Fetch      116      0.10       0.10          0        790          0      114688
------- ------  -------- ---------- ---------- ---------- ----------  ----------
total      118      0.10       0.10          0        790          0      114688

Misses in library cache during parse: 0
Optimizer goal: CHOOSE
Parsing user id: 20

Rows     Row Source Operation
-------  ---------------------------------------------------
```

```
 114688  TABLE ACCESS FULL BIGEMP


=====================
PARSING IN CURSOR #1 len=37 dep=0 uid=20 oct=3 lid=20 tim=1037763577016020 hv=2376501895
ad='9185be8'
select ename  from bigemp
END OF STMT
PARSE #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=1037763577016020
EXEC #1:c=0,e=0,p=0,cr=0,cu=0,mis=0,r=0,dep=0,og=4,tim=1037763577016020
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=3,cu=0,mis=0,r=1,dep=0,og=4,tim=1037763577016020
FETCH #1:c=1952,e=1953,p=0,cr=6,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577018950
FETCH #1:c=976,e=977,p=0,cr=7,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577030669
FETCH #1:c=976,e=976,p=0,cr=7,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577042387
FETCH #1:c=976,e=976,p=0,cr=7,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577054106
FETCH #1:c=0,e=0,p=0,cr=7,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577064848
FETCH #1:c=976,e=977,p=0,cr=7,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577079497
FETCH #1:c=976,e=976,p=0,cr=7,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577101958
FETCH #1:c=976,e=976,p=0,cr=6,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577126372
FETCH #1:c=1952,e=977,p=0,cr=7,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577150787
FETCH #1:c=976,e=976,p=0,cr=7,cu=0,mis=0,r=1001,dep=0,og=4,tim=1037763577165435
……….
```

Scrollable Cursors (Oracle 9i R2)

- ✓ DECLARE SCROLL CURSOR:

  DECLARE <cursor name> SCROLL CURSOR

- ✓ OPEN: OPEN statement in the same way
- ✓ FETCH: fetch rows up or down, first or last row directly, or fetch any single row in a random manner.
  - FETCH FIRST : Fetches the first row from the result set.
  - FETCH PRIOR : Fetches the row prior to the current row.
  - FETCH NEXT : Fetches the next row from the current position. This is same as the non-scrollable cursor FETCH.
  - FETCH LAST : Fetches the last row from the result set.
  - FETCH CURRENT : Fetches the current row.
  - FETCH RELATIVE n : Fetches the nth row relative to the current row, where n is the offset.
  - FETCH ABSOLUTE n : Fetches the nth row, where n is the offset from the start of the result set.

```
<< Sample SQL >>

SQL>  SELECT empno, ename, sal FROM emp;
```

```
  EMPNO ENAME                      SAL
---------- -------------------- ----------
   7369 SMITH                     800
   7499 ALLEN                    1600
   7521 WARD                     1250
   7566 JONES                    2975
   7654 MARTIN                   1250
   7698 BLAKE                    2850
   7782 CLARK                    2450
   7788 SCOTT                    3000
   7839 KING                     5000
   7844 TURNER                   1500
   7876 ADAMS                    1100
   7900 JAMES                     950
   7902 FORD                     3000
   7934 MILLER                   1300

14 rows selected.
```

```
/*
*  A Sample program to demonstrate the use of scrollable
*  cursors with host arrays.
*
*  This program uses the scott/tiger schema.Make sure
*  that this schema exists before executing this program
*/


#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <sqlca.h>

#define ARRAY_LENGTH   4

/* user and passwd */
char *username = "scott";
char *password = "tiger";

/* Declare a host structure tag. */
struct emp_rec_array
{
  int    emp_number;
  char   emp_name[20];
  float  salary;
} emp_rec[ARRAY_LENGTH];

void print_rows()
{
  int i;

  for(i=0; i<ARRAY_LENGTH; i++)
    printf("%d    %s  %8.2f\n", emp_rec[i].emp_number,
       emp_rec[i].emp_name, emp_rec[i].salary);

}

void sql_error(char *msg)
{
  EXEC SQL WHENEVER SQLERROR CONTINUE;

  printf("\n%s", msg);
  printf("\n% .70s \n", sqlca.sqlerrm.sqlerrmc);

  EXEC SQL ROLLBACK WORK RELEASE;
  exit(EXIT_FAILURE);
}

void main()
{
  int noOfRows; /* Number of rows in the result set */
```

```
  /* Error handle */
  EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO sql_error("Connect error:");

  /* Connect to the data base */
  EXEC SQL CONNECT :username IDENTIFIED BY :password;

  /* Error handle */
  EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO sql_error("Oracle error:");

  /* declare the cursor in scrollable mode */
  EXEC SQL DECLARE c1 SCROLL CURSOR FOR
    SELECT empno, ename, sal FROM emp;

  EXEC SQL OPEN c1;

  EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO sql_error("Fetch Error:");

  /* This is a dummy fetch to find out the number of rows
    in the result set */
  EXEC SQL FETCH LAST c1 INTO :emp_rec;

  /* The number of rows in the result set is given by
    the value of sqlca.sqlerrd[2] */

  noOfRows = sqlca. sqlerrd[2];
  printf("Total number of rows in the result set %d:\n",
      noOfRows);

  /* Fetch the first ARRAY_LENGTH number of rows */
  EXEC SQL FETCH FIRST c1 INTO :emp_rec;
  printf("******************** DEFAULT : \n");
  print_rows();

  /* Fetch the next set of ARRAY_LENGTH rows */
  EXEC SQL FETCH NEXT c1 INTO :emp_rec;
  printf("******************** NEXT  : \n");
  print_rows();

  /* Fetch a set of ARRAY_LENGTH rows from the 3rd row onwards */
  EXEC SQL FETCH ABSOLUTE 3 c1 INTO :emp_rec;
  printf("******************** ABSOLUTE 3 : \n");
  print_rows();

  /* Fetch the current ARRAY_LENGTH set of rows */
  EXEC SQL FETCH CURRENT c1 INTO :emp_rec;
  printf("******************** CURRENT : \n");
  print_rows();

  /* Fetch a set of ARRAY_LENGTH rows from the 2nd offset
    from the current cursor position */
  EXEC SQL FETCH RELATIVE 2 c1 INTO :emp_rec;
  printf("******************** RELATIVE 2 : \n");
  print_rows();

  /* Again Fetch the first ARRAY_LENGTH number of rows */
  EXEC SQL FETCH ABSOLUTE 0 c1 INTO :emp_rec;
  printf("******************** ABSOLUTE 0 : \n");
  print_rows();

  /* close the cursor */
  EXEC SQL CLOSE c1;

/* Disconnect from the database. */
  EXEC SQL COMMIT WORK RELEASE;
  exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

```
ORA9iR2L@oracle:/home/oracle/oracle9/precomp/demo/edu> scrollable2
Total number of rows in the result set 14:
******************** DEFAULT :
```

```
7369    SMITH                 800.00
7499    ALLEN                1600.00
7521    WARD                 1250.00
7566    JONES                2975.00
******************** NEXT  :
7654    MARTIN               1250.00
7698    BLAKE                2850.00
7782    CLARK                2450.00
7788    SCOTT                3000.00
******************** ABSOLUTE 3 :
7521    WARD                 1250.00
7566    JONES                2975.00
7654    MARTIN               1250.00
7698    BLAKE                2850.00
******************** CURRENT :
7698    BLAKE                2850.00
7782    CLARK                2450.00
7788    SCOTT                3000.00
7839    KING                 5000.00
******************** RELATIVE 2 :
7876    ADAMS                1100.00
7900    JAMES                 950.00
7902    FORD                 3000.00
7934    MILLER               1300.00
******************** ABSOLUTE 0 :
7876    ADAMS                1100.00
7900    JAMES                 950.00
7902    FORD                 3000.00
7934    MILLER               1300.00
```

Application의 Module명 및 단위 Routine명 표시하기

Oracle은 실행되는 SQL문장을 Shared Pool에 Cache화 하며, Cache화 되는 내용은 SQL문장, 실행 횟수, Parsing횟수,Disk IO및 Cache에서 읽어 들인 Block수, Sorting여부,Parsing User정보, Module명,Action명 등을 관리한다.

여기서 Application의 어떤 Module(Tuxedo의 어떤 Service)의 어떤 Action(특정 처리루틴)에서 처리된 SQL문장인가를 확인하기 위해서는 별도의 추가적인 Coding이 필요하다.

"DBMS_APPLICATION_INFO" Package가 그것이며, 오라클의 모든 App(SQL*Plus,OEM,ERP,…)등도 이 Package를 이용하여 해당 SQL 문장이 어느 Module의 어떤 Action에서 들어온 것인지를 운영관리자가 확인할 수 있도록 하였다.

비효율적인 문제의 SQL문장의 찾더라도 정확이 어떤 Module, 어떤 처리루틴에서 들어온 것인지를 찾기 어려우며, 또한 개발자도 유지,보수 단계에 들어가게 되면 담당자도 해당 Routine을 찾기 어려운 경우가 발생한다. 그래서 "DBMS_APPLICATION_INFO" Package를 이용한 Module명과 Action명을 기술하는 Routine을 개발 단계일 때 추가하는 것을 강력히 권고한다.

DBMS_APPLICATION_INFO Package사용의 장점

1. 비효율적인 부분을 찾아서 Tuning및 결과 적용하는데 대한 유지/보수 절차가 쉬워진다. 문제된 부분을 찾아서, Source부분을 신속히 찾을 수 있다.

2. 업무별로 시스템의 부하정도를 판단할 수 있다. 즉 SQL문장의 실행 규모, Parsing 규모, SQL 처리 유형 등을 판단하고, 이 자료를 근거로 DB를 관리하는데 효과적인 자원관리를 할 수 있다.

3. 보안의 용도로도 사용할 수 있다. 예를 들어 ACTION명에 루틴명과 처리 담당자의 ID등을 기록하면, 추후 Auditing정보로 추적이 가능하다. (TRANSACTION_AUDITING=true, 인 환경에서 Log Miner이용)

DBMS_APPLICATION_INFO Package사용의 단점

1. DBMS_APPLICATION_INFO를 실행하기 위한 App의 처리단계가 추가된다. 그러나 처리단위를 LOGIN시 1번만으로 조절하며, 실행시 Bind변수를 사용한 공유형태로 처리하면, DBMS에 부하가 거의 없다.

2. 개발자들의 코딩을 위한 루틴 추가의 일부 Source의 변경이 필요하다.

DBMS_APPLICATION_INFO Package의 사용 예 및 Cache화 되는 내용

- DBMS_APPLICATION_INFO Package를 사용하기 위한 Sample

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <sqlda.h>
#include <sqlcpr.h>
#include <sqlca.h>

#define     UNAME_LEN      20
#define     PWD_LEN        40
#define     MODULE_LEN     65

VARCHAR     username[UNAME_LEN];  /* VARCHAR is an Oracle-supplied struct */
varchar     password[PWD_LEN];    /* varchar can be in lower case also. */

varchar     szModuleName[MODULE_LEN];
varchar     szActionName[MODULE_LEN];

VARCHAR   emp_name[UNAME_LEN];
long      salary;

varchar    szDbmsApplicationSQL[100];
char szSQLDBMSAPP[] ="BEGIN DBMS_APPLICATION_INFO.SET_MODULE(:A,:B); END;";


…….


void main()
{

     username.len = sprintf((char*)username.arr, "SCOTT");
   password.len = sprintf((char*)password.arr, "TIGER");


   EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO sql_error("ORACI

   EXEC SQL CONNECT :username IDENTIFIED BY :pass



   /*=============================================

     szDbmsApplicationSQL.len = sprintf((char*)szDbmsApplicationSQL.arr,
szSQLDBMSAPP);

     EXEC SQL PREPARE STMT FROM :szDbmsApplicationSQL;

    /* App Module명 */
     szModuleName.len = sprintf((char*)szModuleName.arr, "sample1.pc");

     /* App 단위 Action명 */
    szActionName.len = sprintf((char*)szActionName.arr, "SELECT EMP TABLE");

    /* DBMS_APPLICATION_INFO 도 bind변수 사용 */
      EXEC SQL EXECUTE STMT USING  :szModuleName,  :szActionName

   /*=================================================================


   EXEC SQL DECLARE emp_cursor CURSOR FOR
       select ename, sal from emp;

   EXEC SQL OPEN emp_cursor;
```

DBMS_APPLICATION_INFO 실행형태

DBMS_APPLICATION_INFO를 사용하기 위해 추가되는 루틴. 주로 Login다음정도에 두며, Function입구점에 Action명을 지정한다.

Module명

Action명

```
    while (sqlca.sqlcode != 0 )
    {
        EXEC SQL FETCH emp_cursor INTO :emp_name, :salary;
    }
    EXEC SQL CLOSE emp_cursor;


    exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

- Oracle Cache(Shared Pool)의 SQL및 Module,Action정보

SQLTEXT	BUFGETSPEREXEC	EXECUTIONS	PARSE_CALLS	DISK_READS	BUFFER_GETS	ROWS_PROCESSED	MODULE	ACTION
select ename ,sal from emp	27	1	1	0	27	1	**sample1.pc**	**SELECT EMP TABLE**

위의 정보로 해당 SQL이 I/O를 얼마나 일으켰으며, 어떤 Module과 어떤 처리 Routine에서 실행한 SQL인지를 확인할 수 있다.

PRO*C 에서의 Dynamic SQL의 사용에 의한 SQL공유화 방안

OLTP에서는 Bind변수를 사용하여 SQL문장 등이 공유하도록 구성되어야 한다. SQL문장이 공유되지 않을 경우는 다음과 같은 문제를 야기하게 된다.

- ☐ 매번 같은 기능의 SQL문장을 parsing하게 된다. 그러므로 Parsing의 Overhead가 있게 된다.
- ☐ SQL문장이 Cache로 부터 수시로 Load/Unload되므로 Memory Fragmentation이 유발되며, 새로운 SQL등을 Memory에 할당하기 위한 Overhead가 발생한다.

- ● 업무의 증가에 비례하여 SQL이 급격히 증가되므로 Memory의 관리의 Overhead로 인한 Latch의 Contention을 유발하게 되며, 추가적인 Memory의 비용이 야기된다.
- ● Bind변수를 사용하지 않으므로 SQL을 재사용할 수 없으며, 그러므로 매번 SQL을 Parsing을 해야 하므로 시스템의 CPU,Memory를 급격히 사용하는 고비용 구조가 되며, 사용자나 업무의 증가에 따른 시스템 Resource의 고갈이 급격히 나타나게 된다. 그러므로 OLTP의 집중적으로 실행되는 업무에서는 반드시 Bind변수를 사용하여야 한다.

Dynamic SQL이란 SQL구문, TABLE명 혹은 입력 Host 변수명 등의 COMPONENTS가 프로그램 수행시점에서 결정되어 Static SQL 보다 유연한 처리구조로서, 주로 사용자의 입력을 받아서 조건에 맞는 SQL문장을 만들어 처리하는 방식이며, 순수하게 입력된 String을 Concatenation해서 SQL문장을 만드는 방식과, SQL문장의 구성은 Bind변수를 지정하고 Using절을 이용해 Parameter로 넘기는 방식이 있다. SQL 문장이 집중적으로 실행되는 업무의 OLTP에서는 두 번째 방식으로 구성되어야 한다.

개요

다양한 업무적 요구에 의해 dynamic SQL을 사용하여야 하는 응용프로그램이 존재한다. Dynamic SQL은 오라클 내부적으로 static SQL과 같은 방법으로 수행되어지며, 다만 dynamic SQL을 구현하는데 있어 host binding변수를 사용하지 않는다면 SQL문장의 re-parsing으로 인한 성능의 저하가 일어날 수 있다.

Re-parsing의 예
strcpy((char *)sql.arr,"***select * from emp where empno = 2783***"); sql.len = (int)strlen((char *)sql.arr);

```
EXEC SQL PREPARE STMT FROM :stmt;
EXEC SQL DECLARE CUR CURSOR FOR STMT;
EXEC SQL OPEN CUR;
while (1) {
        EXEC SQL FETCH INTO :emprec;
.
.
.
```

재사용 예

```
strcpy((char *)sql.arr,"select * from emp where empno = :a");
sql.len = (int)strlen((char *)sql.arr);

EXEC SQL PREPARE STMT FROM :stmt;
EXEC SQL DECLARE CUR CURSOR FOR STMT;
EXEC SQL OPEN CUR USING :host_empno;
while (1) {
        EXEC SQL FETCH INTO :emprec;
.
```

Dynamic SQL의 구현

Dynamic SQL을 구현하는 방법은 아래와 같이 4가지가 존재하며, 각각의 방법마다 제한과 용도가 제시된다. 응용프로그램에서는 2번과 3번 방법이 권장된다.

Method	SQL문장의 종류
1	host변수를 사용하지 않는 non query
2	host변수를 사용하는 non query
3	select-list의 item과 입력 host변수를 갖는 query
4	가변적인 select-list item과 입력 host변수를 갖는 query

Method #1

응용프로그램에서 SQL문장을 ***EXECUTE IMMEDIATE***문을 사용하여 즉시 수행 가능하다. SQL문장은 query문장(SELECT문)을 포함하지 않으며, 입력 host변수를 위한 placeholder를 가지지 않는다.

```
'DELETE FROM EMP WHERE DEPTNO = 20'

'GRANT SELECT ON EMP TO scott'
```

SQL문장은 매번 수행할 때 마다 parsing이 된다.

Method 2를 이용한 Dynamic SQL 구현 예

```
EXEC SQL EXECUTE IMMEDIATE
                                "CREATE TABLE dyn1 (col1 VARCHAR2(4))";
```

Method #2

응용프로그램에서 SQL문장을 ***PREPARE***와 ***EXECUTE***명령에 의해 수행한다.

PREPARE 문장:

```
EXEC SQL PREPARE statement_name
                        FROM { :host_string | string_literal };
```

statement_name	precomiler에의해 사용되어지는 identifier일뿐이며 프로그램의 host변수가 아니다.
host_string	SQL문을 가리키는 host변수
string_literal	SQL문을 표현한 문자열

EXECUTE 문장:

```
EXEC SQL EXECUTE statement_name [USING host_variable_list];
```

statement_name	PREPARE문에서 정의된 identifier
host_variable_list	:host_variable1[:indicator1][,host_variable2[:indicator2], ...]

SQL문장은 query(SELECT문)가 아니고, DML(UPDATE,INSERT,DELETE) 문장이며, 입력 host 변수의 수와 datatype은 precomile이전에 결정되어져야 한다.

```
'INSERT INTO EMP (ENAME, JOB) VALUES (:emp_name, :job_title)'

'DELETE FROM EMP WHERE EMPNO = :emp_number'
```

실행시 Host변수에 매번 다른 값이 올 수 있으며, SQL문장은 최초 한번만 parsing된다.
DDL문장(CREATE,GRANT,DROP,…)은 PREPARE명령만으로 수행된다.

Method 2를 이용한 Dynamic SQL 구현 예

```
sprintf( (char *) vcSql.arr,
        "UPDATE TB_CCSTBASICINFO%s \
        SET CNTC_TEL_NO = DECODE(CNTC_TEL_NO, :a, :b, CNTC_TEL_NO ), \
           CNTC_FAX_NO = DECODE(CNTC_FAX_NO, :c, :d, CNTC_FAX_NO ) \
        WHERE CUST_ID = :e \
        AND ( CNTC_TEL_NO = :f \
        OR CNTC_FAX_NO = :g)",
            szLinkName);
vcSQL.len = (int)strlen((char *)vcSQL.arr);

EXEC SQL PREPARE STMT FROM :vcSQL;

EXEC SQL EXECUTE STMT USING
```

```
                    :gstPstnInfo.vcOldTelNo, :gstPstnInfo.vcNewTelNo,
                :gstPstnInfo.vcOldTelNo, :gstPstnInfo.vcNewTelNo,
                :gstPstnInfo.vcCustId, :gstPstnInfo.vcOldTelNo, :gstPstnInfo.vcOldTelNo;
```

Method #3

응용프로그램에서 query문장을 PREPARE와 DECLARE, OPEN, FETCH, CLOSE cursor 명령 순으로 실행 한다.

```
PREPARE statement_name FROM { :host_string | string_literal };

DECLARE cursor_name CURSOR FOR statement_name;

OPEN cursor_name [USING host_variable_list];

FETCH cursor_name INTO host_variable_list;

CLOSE cursor_name;
```

Select-list item의 수, 입력 host변수의 placeholder의 수와 입력 host변수의 datatype은 precompile이전에 결정되어 있어야 한다.

Method 3를 사용하여 Parallel Degree를 동적으로 지정하는 예

```
sprintf(dynstmt.arr,
     "SELECT /* + parallel (emp,%d) */ ename FROM emp WHERE deptno = :v1",degree);
dynstmt.len = strlen(dynstmt.arr);

EXEC SQL PREPARE S FROM :dynstmt;
EXEC SQL DECLARE C CURSOR FOR S;
EXEC SQL OPEN C USING :deptno;

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO break;

/* Loop until the NOT FOUND condition is detected. */
for (;;) {
          EXEC SQL FETCH C INTO :ename;
                              .
}
```

Method #4

응용프로그램에서 SQL문장을 descriptor (SQLDA구조체)를 이용하여 아래의 순서로 수행한다.

```
EXEC SQL PREPARE statement_name
```

```
    FROM { :host_string | string_literal };

EXEC SQL DECLARE cursor_name CURSOR FOR statement_name;

EXEC SQL DESCRIBE BIND VARIABLES FOR statement_name
    INTO bind_descriptor_name;

EXEC SQL OPEN cursor_name
    [USING DESCRIPTOR bind_descriptor_name];

EXEC SQL DESCRIBE [SELECT LIST FOR] statement_name
    INTO select_descriptor_name;

EXEC SQL FETCH cursor_name
    USING DESCRIPTOR select_descriptor_name;

EXEC SQL CLOSE cursor_name;
```

Select-list의 item,입력 host변수의 수와 datatype은 응용프로그램 수행시(runtime)에 결정되며, SQL문장에 담길 select-list item들과 host변수들의 개수를 미리 알 수 없을 때 사용한다.

```
'INSERT INTO EMP (<unknown>) VALUES (<unknown>)'

'SELECT <unknown> FROM EMP WHERE DEPTNO = 20'
```

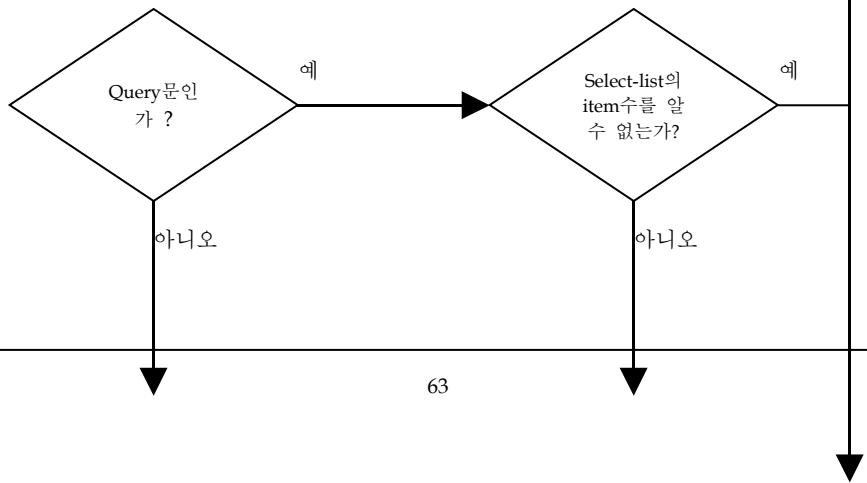
단순한 Method 4 사용 예

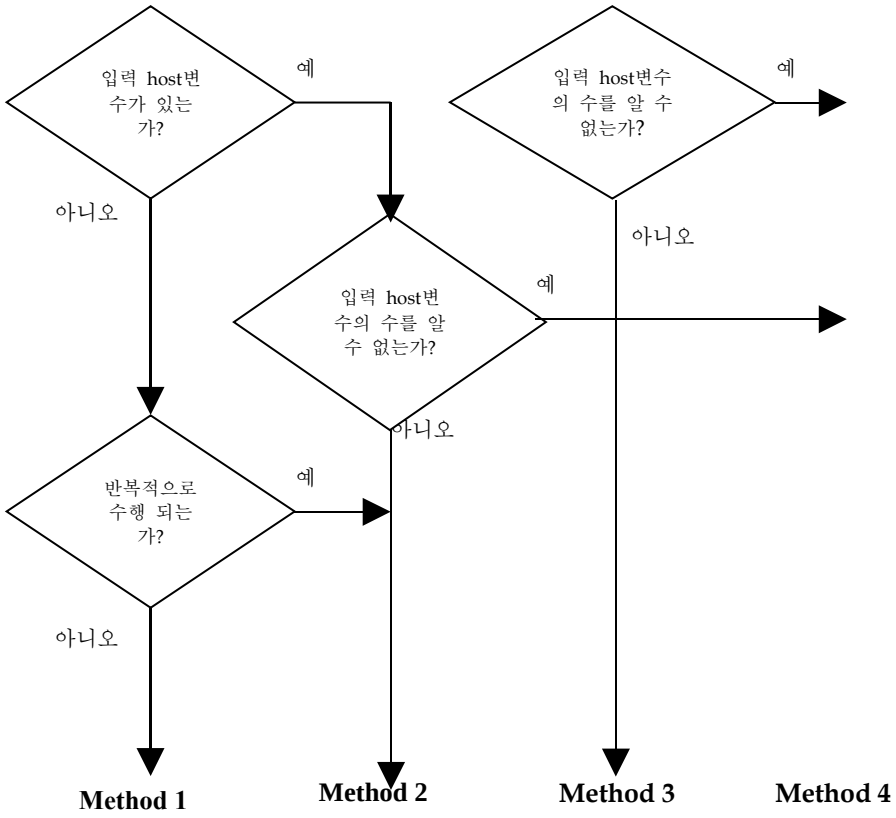
```
/*
 * A very simple program that demonstrates how to do
 * array fetches using dynamic SQL Method 4.
 *
 * Make sure to precompile with MODE=ORACLE.
 */

#include <stdio.h>
#include <sqlca.h>
#include <sqlda.h>

#include <sqlcpr.h>
#include <stdlib.h>

#define MAX_SELECT_ITEMS    8
#define FETCH_SIZE          5  /* Fetch in 5-row chunks. */
#define MAX_CHARS           10
#define MAX_NAME_SIZE       8  /* Maximum size of a select-list item name. */

SQLDA   *selda;

/* Data buffer. */
char c_data[MAX_SELECT_ITEMS][FETCH_SIZE][MAX_CHARS];

void print_rows(n)
```

```
        int n;
{
        int row, sli;

        for (row = 0; row < n; row++)
        {
                for (sli = 0; sli < selda->N; sli++)
                {
                        printf("%.10s ", c_data[sli][row]);
                }
                printf("\n");
        }
}

int array_size = FETCH_SIZE;  /* needs to be a host var for FOR */
char *username = "scott/tiger";
char *stmt = "select ename, empno, sal, hiredate from emp";

/* This is a minimal program, with little error checking,
 * since the SQL statement is hard-coded. If you were to
 * substitute 'comm' for 'sal' in the statement below, the
 * program would fail with a -1405 on Oracle7, as there are
 * no indicator variables.
 */

void sql_error()
{
        char msgbuf[512];
        size_t msgbuf_len, msg_len;

        msgbuf_len = sizeof(msgbuf);
        sqlglm(msgbuf, &msgbuf_len, &msg_len);

        printf ("\n\n%.*s\n", msg_len, msgbuf);

        EXEC SQL WHENEVER SQLERROR CONTINUE;
        EXEC SQL ROLLBACK WORK RELEASE;
        exit(EXIT_FAILURE);
}

void main()
{
        int row_count;
        int sli;    /* select-list item */

        EXEC SQL CONNECT :username;
        if (sqlca.sqlcode == 0)
                printf("Connected.\n");
        else
        {
                printf("Cannot connect as SCOTT.\n");
                exit(EXIT_FAILURE);
        }
```

```
    EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO sql_error();

    selda = sqlald(MAX_SELECT_ITEMS, MAX_NAME_SIZE, 0);

    EXEC SQL PREPARE S FROM :stmt;
    EXEC SQL DECLARE C CURSOR FOR S;
    EXEC SQL OPEN C;
    EXEC SQL DESCRIBE SELECT LIST FOR S INTO selda;

    selda->N = selda->F;   /* Assumed not negative. */
    for (sli = 0; sli < selda->N; sli++)
    {
        /* Set addresses of heads of the arrays in the V element. */
        selda->V[sli] = c_data[sli][0];
        /* Convert everything to varchar on output. */
        selda->T[sli] = 1;
        /* Set the maximum lengths. */
        selda->L[sli] = MAX_CHARS;
    }

    for (row_count = 0; ;)
    {
        /* Do the fetch. The loop breaks on NOT FOUND. */
        EXEC SQL FOR :array_size FETCH C USING DESCRIPTOR selda;

        print_rows(sqlca.sqlerrd[2] - row_count);
        row_count = sqlca.sqlerrd[2];
        if (sqlca.sqlcode == 1403)
            break;
    }

/*  if (sqlca.sqlerrd[2] - row_count > 0)
        print_rows(sqlca.sqlerrd[2] - row_count); */

    printf("\n%d rows retrieved\n", sqlca.sqlerrd[2]);

    EXEC SQL ROLLBACK RELEASE;
    exit(EXIT_SUCCESS);
}
```

Dynamic SQL Method의 선택





지침

- 모든 SQL문장과 host변수의 placeholder는 character string으로 처리된다.
- Method 2와 3에서 host변수와 host변수의 placeholder의 수,datatype은 precompile단계에서 결정되어져야 한다.
- Dynamic SQL Method는 응용프로그램의 유연성을 제공하지만 일반적인 embedded SQL의 사용보다는 구현이 어렵다.
- Method 1과 2를 과도하게 반복해서(looping) 사용한다면 실행시 마다 parsing이 일어난다.
- Method 4는 최고의 유연성을 제공하지만 code의 복잡도로 인해 dynamic SQL의 개념을 완전히 이해하여야만 구현이 가능하다. 일반적으로 Method 1,2,3을 완벽하게 구현할 수 있을 때 Method 4의 구현이 가능하다.

OLTP환경에서의 비공유 SQL(Literal SQL)의 문제점

공유/비공유 SQL의 장단점

	장점	단점	장점주요 사용 환경
공유 SQL	Parsing을 다시 하지 않는다. 사용자의 증가나 SQL실행규모의 증가에도 시스템 Resource가 완만하게 증가한다.	분포도가 편향되어 있는 경우 값에 따른 다른 Plan이 결정되지 못하는 단점	OLTP, 높은 SQL실행 규모의 시스템
비공유SQL	Parsing시 Plan을 결정하는데 Bind변수를 사용하는 것보다 정확하다.	Library Cache Contention유발 library cache latch, shared pool latch 경합 발생 Parsing CPU 사용 SQL실행규모가 커지면 급격한 Resource(CPU,Memory)감소 Memory Fragmentation발생 (Shared Pool)	DW,야간 Batch, 소수의 사용자 시스템

공유/비공유 SQL의 실행 TEST결과

다음은 아래의 SQL문장을 Bind변수를 사용한 공유 SQL과, 상수를 결합한 형태로 SQL문장을 만들어 실행시키는 비공유SQL의 9999회 실행시켜 Oracle의 Shared pool Memory사용현황과 Parsing시 CPU사용시간을 TEST한 상황이다. (단 아래의 내용은 실행 Server별로 차이는 있음)

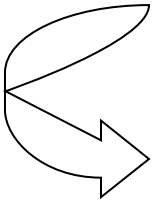
결론적으로 보면, 사용 Memory와 CPU 사용률이 실행 규모에 비례에 증가되고, 실행된 SQL문장이 기존의 Cache화 되어있는 SQL문장들을 밀어내는 역할을 한다.

	SQL 유형	Shared Pool의 Memory사용	Parsing 수	Exec 수	Parsing CPU Usage
공유 SQL	**select ename from emptest where empno = :1**	**9807**	**1**	**9999**	**0.01 sec**
비공유SQL	**select ename from emptest where empno = 1 select ename from emptest where empno = 2 select ename from emptest where empno = 3 …… ……**	**93,219,148 (92 MB)**	**9999**	**9999**	**14.33 sec**

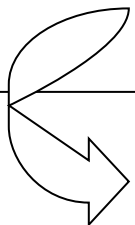
관련 사례

- Parsing율이 14%정도에서 거의 0%로 Parsing이 발생하지 않았다(WAP – 붉은 Line)

- SGA내에 Cache화 되어 있는 SQL문장이 짧은 시간에 채워지고 밀려나는 형태에서 거의 고정적으로 Cache화 되었으며, Memory의 절약 및 사용측면에서 Memory Fragmentation(Free memory는 있으나 연속된 실제 사용 가능한 연속된 memory가 없는 현상)이 없어졌다.



- CPU사용률이 Peak 91, 평균 42에서 54, 26으로 낮아졌다.



Peak(91)

평균(42)

Peak(54)

평균(26)

SQL Tuning대상을 찾기 위한 Monitoring 방법

다음은 A고객 시스템의 안정적인 운영을 위한 일부 SQL사례을 소개한다.

비효율적인 SQL List 보기 SQL Script (get_sqllist.sql)

- **get_sqllist.sql**

```
select sql_text
          , round(decode(executions,null,0,0,0,(nvl(buffer_gets,0)/executions)),1)  BUFGETSPEREXEC
         ,EXECUTIONS,PARSE_CALLS,DISK_READS,BUFFER_GETS,ROWS_PROCESSED
          ,SHARABLE_MEM,PERSISTENT_MEM,RUNTIME_MEM,MODULE,USERS_EXECUTING
          ,SORTS,LOADED_VERSIONS,OPEN_VERSIONS,USERS_OPENING,LOADS
      ,FIRST_LOAD_TIME,INVALIDATIONS,COMMAND_TYPE,OPTIMIZER_MODE
      ,OPTIMIZER_COST, PARSING_USER_ID
from v$sql
where decode(executions,null,0,0,0,(nvl(buffer_gets,0)/executions))  > 10000
           and PARSING_USER_ID <> 0
order by BUFGETSPEREXEC  DESC
```

위의 SQL문장은 Execution마다 평균 몇 개의 Oracle Block을 읽었는지(Buffer로부터. 만일 Buffer에 오러클 Block이 없었다면 Disk로부터 가져온 값도 포함됨)의 역순으로 보여주므로 위의 Top 순서 위주로 비효율적인 SQL로 판단하면 됨. 특히 ROWS_PROCESSED(처리된 Row수)가 작으면서 BUFGETSPEREXEC(평균 Exec당 Buffer Block Read Count)가 큰 SQL위주로 Tuning.

또한 EXECUTIONS가 높은 SQL문장이 자주 실행되므로 이들 SQL문장은 반드시 Tuning. 그러나 1회성 SQL들은 EXECUTIONS이 작지만 SQL로 자주 실행되는 형태를 판단해야 함.

위의 SQL을 TOAD와 같은 Tool을 이용하면 효과적

- **Display형태 및 Column 설명(일부)**

FULL_SQLTEXT	BUFGETSPEREXEC	EXECUTIONS	PARSE_CALLS	DISK_READS	BUFFER_GETS	ROWS_PROCESSED	…
SELECT B_.I_TYPE FROM patent.dmi_object B_ WHERE ((B_.I_TAG=:tag AND B_.R_OBJECT_ID_I=:handle) AND B_.I_IS_BASE_TYPE=1)	4	29651	29651	10550	118114	200	…
SELECT B_.I_TYPE FROM dmadmin.dmi_object B_ WHERE ((B_.I_TAG=:tag AND B_.R_OBJECT_ID_I=:handle) AND B_.I_IS_BASE_TYPE=1)	4	29178	29178	6288	116805	1200	…
. …..	. …..	. …..	. …..	. …..	. …..	. …..	. …..

- ✓ SQL_TEXT : SQL 의 Text(V$SQL.SQL_TEXT는 최대 1KB만 보여줌)
- ✓ EXECUTIONS : SQL문장이 실행된 횟수 (Instance Startup이후 의 누적치).
  비 공유 SQL일 경우 대부분 1. 공유 SQL일 경우 이 값이 높다.
- ✓ FIRST_LOAD_TIME: SQL이 처음으로 Cache에 Loading된 시간
- ✓ PARSE_CALLS : Parse Request를 요청한 수(대부분 < executions)

- ✓ DISK_READS : SQL을 실행하기 위해 Disk로부터 읽어온 Oracle Block수
  (읽은 Size는 이 값 * db_block_size)
- ✓ BUFFER_GETS : SQL을 실행하기 위해 Buffer로부터 읽어온 Oracle Block수.
  주로 이 Column의 값을 exections으로 나누어 높은 값의 SQL이 비효율적인 SQL임. (Disk로 부터 읽어 온 값도 여기에 포함되어 있음)
- ✓ ROWS_PROCESSED : SQL로 실행되어 처리된(Select Low수 또는 Transaction대상 Row수)
- ✓ OPTIMIZER_MODE : 이 SQL문장이 실행될 때의 OPTIMIZER_MODE
- ✓ OPTIMIZER_COST : 이 SQL문장이 실행될 때의 Optimizer(Cost Base Optimizer)에 의해 계산된 Cost수
  이며, 큰 값일수록 비 효율적이나 이 값은 다른 SQL의 Cost와는 비교대상이 아님)
- ✓ PARSING_USER_ID: 이 SQL문장을 실행했던 User ID(0은 SYS user로 대부분 Recursive SQL,5는 SYSTEM)
- ✓ MODULE : 이 SQL문장을 실행했던 APP의 Module명 (예. SQL*Plus,T.O.A.D).
  DBMS_APPLICATION_INFO.SET_MODULE 로 Application에서 실행하게 되면 나타나며 어떤 module에서 들어온 SQL인지 확인할 수 있다.

- **응용형태 (가장 많이 실행되는 SQL유형 보기 10000번 이상, 단 Recursive SQL은 제외)**

```
select sql_text
        , round(decode(executions,null,0,0,0,(nvl(buffer_gets,0)/executions)),1)  BUFGETSPEREXEC
       ,EXECUTIONS,PARSE_CALLS,DISK_READS,BUFFER_GETS,ROWS_PROCESSED
        ,SHARABLE_MEM,PERSISTENT_MEM,RUNTIME_MEM,MODULE,USERS_EXECUTING
        ,SORTS,LOADED_VERSIONS,OPEN_VERSIONS,USERS_OPENING,LOADS
    ,FIRST_LOAD_TIME,INVALIDATIONS,COMMAND_TYPE,OPTIMIZER_MODE
    ,OPTIMIZER_COST, PARSING_USER_ID
from v$sql
where executions  > 10000
         and PARSING_USER_ID <> 0
order by executions DESC
```

- **응용형태 (비공유 1회성 SQL유형 보기=> executions = 1)**

```
select sql_text
        , round(decode(executions,null,0,0,0,(nvl(buffer_gets,0)/executions)),1)  BUFGETSPEREXEC
       ,EXECUTIONS,PARSE_CALLS,DISK_READS,BUFFER_GETS,ROWS_PROCESSED
        ,SHARABLE_MEM,PERSISTENT_MEM,RUNTIME_MEM,MODULE,USERS_EXECUTING
        ,SORTS,LOADED_VERSIONS,OPEN_VERSIONS,USERS_OPENING,LOADS
    ,FIRST_LOAD_TIME,INVALIDATIONS,COMMAND_TYPE,OPTIMIZER_MODE
    ,OPTIMIZER_COST, PARSING_USER_ID
from v$sql
where executions  = 1
         and PARSING_USER_ID <> 0
```

- **응용형태 (최근 실행한 SQL 유형 보기(1분전)=>** first_load_time >= to_char((sysdate - 1/1440),'YYYY-MM-DD/HH24:MI:SS')**)**

```
select sql_text
      , round(decode(executions,null,0,0,0,(nvl(buffer_gets,0)/executions)),1)  BUFGETSPEREXEC
      ,EXECUTIONS,PARSE_CALLS,DISK_READS,BUFFER_GETS,ROWS_PROCESSED
      ,SHARABLE_MEM,PERSISTENT_MEM,RUNTIME_MEM,MODULE,USERS_EXECUTING
     ,SORTS, LOADED_VERSIONS, OPEN_VERSIONS, USERS_OPENING, LOADS,
FIRST_LOAD_TIME
      ,INVALIDATIONS, COMMAND_TYPE, OPTIMIZER_MODE, OPTIMIZER_COST,
```

```
PARSING_USER_ID
      -- ,PARSING_SCHEMA_ID, KEPT_VERSIONS, ADDRESS, TYPE_CHK_HEAP, HASH_VALUE,
CHILD_NUMBER
                -- ,MODULE_HASH, ACTION, ACTION_HASH, SERIALIZABLE_ABORTS,
OUTLINE_CATEGORY
 from v$sql
where first_load_time >= to_char((sysdate - 1/1440),'YYYY-MM-DD/HH24:MI:SS')
```

- **응용형태 (SQL ElapseTime이 1초 이상 SQL유형 보기, 단 Recursive SQL은 제외)**

```
select sql_text
       , round(decode(executions,null,0,0,0,(nvl(buffer_gets,0)/executions)),1)  BUFGETSPEREXEC
                       ,     round(decode(executions,null,0,0,0,(nvl(ELAPSED_TIME,0)/executions)),1)
ElapsedTimePerExec
       ,EXECUTIONS,PARSE_CALLS,DISK_READS,BUFFER_GETS,ROWS_PROCESSED
       ,SHARABLE_MEM,PERSISTENT_MEM,RUNTIME_MEM,MODULE,USERS_EXECUTING
       ,SORTS, LOADED_VERSIONS, OPEN_VERSIONS, USERS_OPENING,
       LOADS, FIRST_LOAD_TIME ,INVALIDATIONS, COMMAND_TYPE, OPTIMIZER_MODE,
      OPTIMIZER_COST, PARSING_USER_ID ,PARSING_SCHEMA_ID, KEPT_VERSIONS,
       ADDRESS, TYPE_CHK_HEAP, HASH_VALUE, CHILD_NUMBER    ,
      MODULE_HASH, ACTION, ACTION_HASH, SERIALIZABLE_ABORTS,
       OUTLINE_CATEGORY
from v$sql
where round(decode(executions,null,0,0,0,(nvl(ELAPSED_TIME,0)/executions)),1)  >= 1000000
          and PARSING_USER_ID <> 0
order by executions DESC
```

과다한 Sorting유발 SQL 찾기 및 TEMP Tablespace의 Sort Space 현황 보기

- **과다한 TEMPORARY Tablespace의 I/O유발 SQL 보기 (sort_usg.sql)**

```
select /*+ ORDERED */
       se.username ,
      session_num ,
      se.process ,
      segfile# ,
      segblk#,
      segtype,
      extents ,
      blocks ,
       getfullsql(hash_value) full_sqltext
from v$sort_usage so, v$session se, v$sql sq
where so.session_addr = se.saddr
and   se.sql_address = sq.address
--and   se.audsid != userenv('sessionid')
```

위의 SQL문장은 Temp Tablespace를 현재시점에 사용되는 현황을 확인하고, 또한 어떤형태의 Operation(SORT,HASH,…)에 의해 발생되며, 어떤 SQL문장인지를 확인하는 SQL문장이다. 여기서

extents(Extent 개수) 및 Blocks(Oracle Block수=> Size는 BLOCKS * DB+BLOCK_SIZE)이 큰 SQL을 잡아서 Tuning및 필요시 Session Level에 충분한 Memory(Sort 또는 Hash)를 할당해야 한다.

위의 SQL을 TOAD와 같은 Tool을 이용하면 효과적

- **Display형태 및 Column 설명(일부)**

USER NAME	SESSION_NUM	PROCESS	SEGFILE#	SEGBLK#	SEGTYPE	EXTENTS	BLOCKS	FULL_SQLTEXT
WEBLOGIC	61617	1464:1460	4	100866	SORT	10	5120	SELECT CHRG_BIZ_OFCE_CD,YEAR, COUNT(*) FROM (SELECT A.CHRG_BIZ_OFCE_CD CHRG_BIZ_OFCE_CD, SUBSTR(B.JUMIN_BIZ_NO,1,2) YEAR FROM CMBB01T01 A, CMAA01T01 B, CMBB02T01 C WHERE A.WK_STAT_CD NOT IN ('02','09') AND A.CHG_KIND_CD ='101' AND C.ENTR_CL_CD = '1' AND A.RECV_NO = C.RECV_NO AND A.CUST_NO = B.CUST_NO AND B.CUST_TYPE_CD = '1') GROUP BY CHRG_BIZ_OFCE_CD,YEAR

- **Column 설명(일부)**

  - ✓ USERNAME : Disk Sort를 유발시킨 SQL실행 User
  - ✓ SESSION_NUM : V$SESSION.SID
  - ✓ PROCESS : V$PROCESS.PROCESS
  - ✓ SEGFILE# : TEMPORARY Segment(SORT 또는 HASH, Temp Table,..) 의 Start File #
  - ✓ SEGBLK# : TEMPORARY Segment(SORT 또는 HASH, Temp Table,..) 의 Start Block #
  - ✓ SEGTYPE : SORT(Sort에 의한 Sort Segment), HASH(Hash Join에 의한 Segment)
  - ✓ EXTENTS : 해당 Operation(SEGTYPE 형태별)의 발생시킨 Extent 개수
  - ✓ BLOCKS : 해당 Operation(SEGTYPE 형태별)의 발생시킨 Block 개수
  - ✓ FULL_SQLTEXT : 관련 SQL의 Full Text

(참고사항) SYS.DBA_SEGMENTS에서 SEGMENT_TYPE은 'TEMPORARY'로 나타나며 SEGMENT_NAME은 SEGFILE#.SEGBLK# 의 숫자형태로 나타남.

```
select * from dba_segments  where segment_type = 'TEMPORARY';
```

- **TEMPORARY('TEMP') Tablespace의 Space 현황 보기 (sort_segs.sql)**

```
select segment_file ,
      segment_block,
      extent_size ,
      current_users ,
       total_extents,
       total_blocks,
       used_extents,
       used_blocks,
       free_extents,
       free_blocks,
      (max_sort_blocks * 8192)  ms_bytes
from v$sort_segment ;
```

위의 SQL문장은 Sort Storage의 현황을 확인 Sort의 Monitoring 과 적절한 Sort Size의 유지를 위해 사용한다.

- **Display형태 및 Column 설명(일부)**

SEGMENT_FILE	SEGMENT_BLOCK	EXTENT_SIZE	CURRENT_USERS	TOTAL_EXTENTS	TOTAL_BLOCKS	USED_EXTENTS	USED_BLOCKS	FREE_EXTENTS	FREE_BLOCKS	MS_BYTES
4	101378	512	0	135	69120	0	0	135	69120	562036736

- **Column 설명(일부)**

  - ✓ SEGMENT_FILE : Sort Segment의 Segment Start File #
  - ✓ SEGMENT_BLOCK : Sort Segment의 Segment Start Block #
  - ✓ EXTENT_SIZE : Sort Segment의 전체 Extent 확장 Size(TEMP의 NEXT Size)
  - ✓ CURRENT_USERS : 0 (SYS) , Sort Segment의 Owner는 SYS
  - ✓ TOTAL_EXTENTS/TOTAL_BLOCKS : segment의 전체 Extent & Block Size(Sort Pool)
  - ✓ USED_EXTENTS/USED_BLOCKS : 전체 중에서 현재 사용중인 Size (이 값이 클수록 현재 사용 중. 사용중인 것이 없을 경우 0)
  - ✓ FREE_EXTENTS/FREE_BLOCKS : segment중에 Free Extent & Block Size
  - ✓ MS_BYTES : MAX Sort Block의 Byte Size

  (참고사항) 전체 Temp Tablespace중에 Extent로 확장된 영역이 TOTAL_BLOCKS * DB_BLOCK_SIZE이며, 외대 Temp Tablespace Size까지 확장 됨. TOTAL_BLOCKS 이 Temp Tablespace의 전체 Block에 도달하였고 USED_BLOCKS도 이 값에 근접할 경우 Temp Space의 Extent Error가 발생되므로 주기적으로 monitoring필요.

현재 I/O 발생 (Full Table Scan 포함) Session 정보 보기

- **(find_io_seg.sql)**

```
select  /*+ORDERED USE_NL(s) USE_NL(b) */
       s.sid,
       s.process client,
       w.event,
       segment_name,
       partition_name,
       w.p1 file#, w.p2 block#, w.p3  blocks
from    v$session_wait w ,
       v$session s,
       dba_extents b
where   s.sid = w.sid
and        ( w.event like '%scatter%' or w.event like '%sequential%' or
w.event like '%direct%' )
and     b.file_id = w.p1
and     w.p2 between b.block_id and b.block_id + b.blocks -1
```

위의 SQL문장은 I/O와 관련된 Event를 발생시키는 Session들을 찾아 어떤 Segment 의 어떤 Block을 어떤 Operation(Index Scan('db file sequential read'), Full Table Scan('db file scattered read'), Direct I/O)등을 확인할 수 있다.

- **Display형태**

SID	CLIENT	EVENT	SEGMENT_NAME	PARTITION_NAME	FILE#	BLOCK#	BLOCKS
313	13628	db file sequential read	CMAA01T01		11	794	1
374	1836:1388	db file scattered read	C_FILE#_BLOCK#		1	22300	4

Oracle Database 9i New Features

1. Forced Rewrite

- ✓ QUERY_REWRITE_ENABLED기능은 Function-Based INdex와 Materialized VIew에 대해서 Query의 Rewrite(Index Column에 Function을 사용한 경우 Function-based Index를 사용하게 하고, Query가 MV와 조건절이 같은 경우 Master를 읽지 않고 MV를 읽도록 하는 내부적인 처리)에 대한 Session level에서 FORCE지정이 가능해졌다.
- ✓ QUERY_REWRITE_ENABLED이 FORCE로 설정되면 cost-base로 cost를 계산한 결과로 Rewrite를 결정하지 않고 항상 Rewrite를 적용한다. Oracle 8i에서는 TRUE/FALSE만으로 Cost-base로 enable 또는 Disable기능만 제공되었다.
- ✓ 이 기능은 항상 Query Rewrite기능이 적용되는 것이 항상 효과적인 곳에 사용될 수 있다.
- ✓ 그렇게 하므로서 Optimizer가 Cost계산에 의한 Rewrite의 결정여부를 판단하는데 대한 compile time을 줄일 수 있는 이점이 있다.
- ✓ function-based Index를 사용하기 위해서는 QUERY_REWRITE_ENABLED이 TRUE 또는 FORCE로 설정되어야 한다.

- QUERY_REWRITE_ENABLED = {force | true | false}
  . TRUE:cost -based rewrite
  . FALSE:no rewrite ,function-based index는 사용되지 않는다. 단 실제 Column에 있는 값을 얻기 위해서 사용되어질 수 있다.
  . FORCE:forced rewrite (10g New). cost evaluation을 하지 않고 rewrite를 강제수행한다.

- For example:

```
CREATE INDEX idx ON table_1 (a + b * (c - 1), a, b);

SELECT a
FROM table_1
WHERE a + b * (c - 1) < 100;
```

2. Union-All Rewrite of Queries with Grouping Sets

- ✓ 새로운 Hint로 EXPAND_GSET_TO_UNION을 제공하며 Query에 function-based indexes가 사용될 경우 보다 낳은 최적의 Plan을 찾기 위해서 Query Rewrite기능이 수행되며, 특히 OLAP에서 중요하다.
- ✓ EXPAND_GSET_TO_UNION hint는 grouping sets (GROUP BY GROUPING SET 또는 GROUP BY ROLLUP)을 사용하는 곳에 이용될 수 있다. 이 Hint는 관련된 Query를 각 Grouping의 UNION ALL Query로의 Compound Query로 변환하여 각 Query Block별로 더 낳은 (Meterialized View사용 증) 방법이 없는지를 찾기 위한 목적이다.

예제

```
SELECT /*+ EXPAND_GSET_TO_UNION */ year, quarter, month, sum(sales)
FROM T
GROUP BY year, rollup(quarter, month)

===>  tranformed to
SELECT year, quarter, month, sum(sales)
FROM T
GROUP BY year, quarter, month
UNION ALL
SELECT year, quarter, null, sum(sales)
FROM T
GROUP BY year, quarter
UNION ALL
SELECT year, null, null, sum(sales)
FROM T
GROUP BY year

===>  UNION ALL 의 Compound Query Block들은 각각 Query Rewrite가 가능한지 판단하여
   다음과 같이 Materialized View를 사용하기도 한다.

SELECT year, quarter, month, sum(sales)
FROM T
GROUP BY grouping set ( (year, quarter, month), (year, quarter) )
UNION ALL
SELECT year, null, null, sum_sales
FROM MV
```

3. Dynamic Sampling for the Optimizer

- ✓ Optimizer가 보다 정확한 Plan을 결정하기 위해서 더 정확한 selectivity,cardinality등을 결정하기 위해 Parsing시 통계정보를 돌리듯이 dynamic sampling하여 통계정보를 구성하는 방법이다. 주요 목적은 보다 낳은 최적의 Plan을 결정하기 위해 사용하는 방식으로 주로 Table의 통계정보가 없거나 또는 현실 Data와는 맞지 않게 너무 오래된 정보를 가지고 있는 경우 자동으로(level에 따라서) 결정되어 Sampling하게 된다.
- ✓ DYNAMIC_SAMPLING Parameter로 0~10 Level까지 설정 가능하며 DYNAMIC_SAMPLING hint로도 해당 SQL에 대한 보다 낳은 Plan결정을 위한 Dynamic Sampling기능으로 제공된다.
- ✓ Level이 높을 수록 Dynamic Sampling을 위한 통계정보를 만들기 위해 Recursive SQL을 통해 많은 Sample Block을 읽어서 Sampling하게 된다.

4. Locally Managed SYSTEM Tablespace

- ✓ Oracle9i R2(9.2)부터 SYSTEM tablespace에 대한 locally managed tablespac의 적용이 가능하다.
- ✓ 즉 CREATE DATABASE시 locally managed SYSTEM tablespace를 위해 "EXTENT MANAGEMENT LOCAL"을 사용할 수 있다.

5. Data Segment Compression

- ✓ Data segment compression기능은 Disk사용량과 Memory사용량(특히 Buffer Cache)을 줄여 준다.
- ✓ 주로 read-only operations이 주된 Table에 scaleup하기 위한 좋은 방법이며, 또한 Query의 실행시간을 단축시켜 준다.
- ✓ Oracle9i R2(9.2)에서는 특별한 Tuning없이도 많은 경우에 있어서 compression율이 개선되었다. 물론 보다 낳은 compression율을 위해서는 경우에 따라서 정교한 조정으로 효과를 볼 수 있다.

6.Shared Pool Advisory Statistics

- ✓ Oracle library cache 가용 Memory에 따라서 Parsing율을 크게 좌우한다.
- ✓ Oracle9i R2(9.2)에서부터 Memory의 Size의 변화에 따른 parse Rate와 같은 성능변화을 예측하는 shared pool advisory statistics을 제공한다.
  - library cache로 사용되고 있는 Memory량
  - 현재 Pinned되어 있는 Memory량
  - shared pool의 LRU list에 이는 Memory량
  - shared pool의 size변화량에 따라 얼마만큼의 Time의 득과 실에 대한 정보

7.PGA Aggregate Target Advisory

- ✓ Oracle이 모든 Memory관련 SQL Operator들의 Performance를 최대화 하기 위하여 가능한 최대한의 SQL Workarea(PGA memory의 cache memory: *_AREA_SIZE)를 사용하게 하는 방법. Oracle은 PGA_AGGREGATE_TARGET에서 지정한 한 Instance내에서 사용할 모든 process들의 PGA Memory의 Limit내에서 최대한의 Memory를 사용하도록 한다.

8.FILESYSTEMIO_OPTIONS

- ✓ Oracle9i R2(9.2)부터 Oracle File System File들에 대한 asynchronous I/O 또는 direct I/O에 대한 enable 또는 disable기능을 제공한다.
- ✓ 관련 Parameter는 FILESYSTEMIO_OPTIONS으로 Platform에 종속적이며 Platform별로 Default값이 최적인 상태로 설정되어 있다. 이 Parameter는 동적으로 변경 가능하다.

9.MTTR Advisory

- ✓ Oracle9i R2(9.2)부터 MTTR목적의 advisory기능을 제공한다.
  - STATISTICS_LEVEL = ALL 또는 TIPICAL
  - FAST_START_MTTR_TARGET :single instance의 Crash Recovery에 대한 MTTR(Mean Time To Recover)의 초 단위(0 to 3600 seconds)를 지정한다.
  - V$MTTR_TARGET_ADVICE : 관련 View

10. Statistics Collection Level

- ✓ Oracle9i R2(9.2)부터 주요 Statistics정보의 수집 및 Database의 Advisory기능을 제어할 수 있는 STATISTICS_LEVEL(=BASIC | TYPICAL | ALL)이 제공된다.
- ✓ 이값은 Database에 대한 Statistics정보의 수집 Level을 지정하는 것으로 default값은 TYPICAL이다.

11. Segment-Level Statistics

- ✓ Oracle9i R2(9.2)부터 segment-level(Table/Index등)의 개별 Segment들에 대한 statistics정보를 제공하여 Performance문제가 Segement별로 어느곳에서 발생하고 있는지를 쉽게 Monitoring 할 수 있다.
- ✓ 즉 wait events와 system statistics과 병행해서 해당 Instance의 주요 Contention이 발생되고 있는 hot table 또는 index를 확인 가능하다. (관련 View : V$SEGMENT_STATISTICS, V$SEGSTAT, V$SEGSTAT_NAME)

12. Runtime Row Source Statistics

- ✓ 현재 Cursor Cache에 있는 SQL문장들의 Execution Plan을 확인할 수 있는 V$SQL_PLAN이 Oracle 9iR1(9.0.1)에 새로 제공되었으며. Oracle 9iR2(9.2)에서는 각 Operation의 Statistics을 확인할 수 있는 V$SQL_PLAN_STATISTICS을 제공한다. 이 정보를 보기 위해서는 STATISTICS_LEVEL=ALL로 설정을 해야 한다.
- ✓ 또한 VSQL_PLAN, VSQL_PLAN_STATISTICS,V$SQL_WORKAREA 를 이용하여 PLAN,Statistics,Memory사용량등을 이용하여 SQL Tuning을 위한 효과적인 정보로 활용될 수 있다.
- ✓ (관련 View : VSQL_PLAN,VSQL_WORKAREA,V$SQL_PLAN_STATISTICS, V$SQL_PLAN_STATISTICS_ALL)