

dbarc: Ausarbeitung SQLTuning

Yanick Eberle, Pascal Schwarz

22. April 2013

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Statistiken	2
2.1	Statistiken sammeln	2
2.2	Zeilen, Bytes, Blöcke und Extents der Tabellen	2
3	Ausführungsplan	2
4	Versuche ohne Index	3
4.1	Projektion	3
4.2	Selektion	3
4.3	Join	5
5	Versuche mit Index	6
5.1	Erzeugung Indices	6
5.2	Projektion	6
5.3	Selektion	7
5.4	Join	9
6	Quiz	11
7	Deep Left Join?	12
8	Eigene SQL-Anfragen	13
9	Reflexion	13

1 Einleitung

2 Statistiken

2.1 Statistiken sammeln

Mit dem folgenden Befehl werden die Statistiken für alle Tabellen aufgebaut:

```
1 BEGIN
2   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('dbarc02','customers');
3   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('dbarc02','lineitems');
4   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('dbarc02','nations');
5   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('dbarc02','orders');
6   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('dbarc02','parts');
7   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('dbarc02','partsupps');
8   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('dbarc02','regions');
9   DBMS_STATS.GATHER_TABLE_STATS('dbarc02','suppliers');
10 END;
```

2.2 Zeilen, Bytes, Blöcke und Extents der Tabellen

Um die Anzahl Extents festzustellen, haben wir uns Informationen der Tabelle *DBA_SEGMENTS* bedient. Eine kurze Google-Recherche führte uns auf die Seite <http://www.rocket99.com/techref/oracle8409.html>, die uns bei dieser Aufgabe behilflich war.

```
1 SELECT stat.table_name, stat.num_rows, stat.blocks, seg.extents,
2        stat.avg_row_len*stat.num_rows AS size_bytes
3 FROM user_tab_statistics stat
4 JOIN DBA_SEGMENTS seg ON (stat.table_name = seg.segment_name)
5 WHERE seg.owner = 'DBARC02'
```

TABLE_NAME	NUMROWS	BLOCKS	EXTENTS	SIZE_BYTES
CUSTOMERS	150000	3494	43	23850000
LINEITEMS	6001215	109217	179	750151875
NATIONS	25	4	1	2675
ORDERS	1500000	24284	95	166500000
PARTS	200000	3859	46	26400000
PARTSUPPS	800000	16650	88	114400000
REGIONS	5	4	1	480
SUPPLIERS	10000	220	17	1440000

3 Ausführungsplan

Die Ausführung des EXPLAIN PLAN-Befehles erzeugt folgende Ausgabe:

```
1 plan FOR succeeded.
```

Und die Abfrage des Ausführungsplans zeigt erwartungsgemäss einen kompletten Tabellenzugriff, da das SELECT-Statement ja keine WHERE-Klausel verwendet.

```
1 PLAN_TABLE_OUTPUT
2
3 Plan hash value: 3931018009
4
5
```

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		200K	25M	1051 (1)	00:00:13
1	TABLE ACCESS FULL	PARTS	200K	25M	1051 (1)	00:00:13

4 Versuche ohne Index

4.1 Projektion

4.1.1 * FROM

Das erste Statement (SELECT * FROM...) erzeugt einen Output sehr ähnlich dem bereits Gezeigten. Es werden sämtliche 1.5 Millionen Zeilen der Tabelle gelesen. Da es sich dabei primär um I/O handelt, ist der Anteil der CPU an den Kosten mit lediglich einem Prozent entsprechend gering.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost	(%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1500K	158M	6610	(1)	00:01:20
1	TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1500K	158M	6610	(1)	00:01:20

4.1.2 o_clerk FROM

Bei der Projektion auf eine einzige Spalte der Tabelle Orders fällt ein Grossteil der Daten weg (22M statt 158M), ansonsten sind die Unterschiede aber sehr gering. Vom Festspeicher müssen die selben Blöcke gelesen werden, erst danach können die Inhalte der nicht angefragten Spalten verworfen werden. Daher fallen auch die Kosten nur geringfügig tiefer aus.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost	(%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1500K	22M	6607	(1)	00:01:20
1	TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1500K	22M	6607	(1)	00:01:20

4.1.3 DISTINCT o_clerk FROM

Für das SELECT DISTINCT Statement werden in einem ersten Schritt (Id:2) wiederum alle Daten der entsprechenden Spalte der Tabelle geladen (Kosten wiederum 6607). Danach werden mittels HASH UNIQUE die doppelt vorhandenen Werte ermittelt und entfernt. Dies erzeugt noch ein wenig CPU-Last, aber senkt die Anzahl Zeilen von 1.5 Millionen auf 1000 und verringert dadurch auch den Speicherbedarf von 22M auf 16000 Bytes.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost	(%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1000	16000	6676	(2)	00:01:21
1	HASH UNIQUE		1000	16000	6676	(2)	00:01:21
2	TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1500K	22M	6607	(1)	00:01:20

4.2 Selektion

4.2.1 Exact Point

Obwohl das Exact-Point Query lediglich eine einzige Zeile zurückliefert fallen die Kosten mit 6602 beinahe so hoch wie bei der Projektion auf eine einzige Spalte der selben Tabelle (ohne Selektion) aus. Da kein Index für diese Spalte vorhanden ist, kann das Datenbanksystem die Abfrage nicht effizienter als mittels linearer Suche ausführen.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1	111	6602 (1)	00:01:20
* 1	TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1	111	6602 (1)	00:01:20

Predicate Information (identified by operation id):

1 - filter ("O_ORDERKEY"=44444)

4.2.2 Partial Point, OR

Die OR-Verknüpften Bedingungen und die daraus resultierende höhere Anzahl an zurückzugebenden Zeilen erhöhen die Kosten gegenüber dem Exact Point Query noch ein wenig. Weiterhin dürfte aber die Notwendigkeit des Lesens der gesamten Tabelle für die lineare Suche den grössten Teil der Kosten ausmachen.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1501	162K	6629 (1)	00:01:20
* 1	TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1501	162K	6629 (1)	00:01:20

Predicate Information (identified by operation id):

1 - filter ("O_CLERK"='Clerk #000000286' OR "O_ORDERKEY"=44444)

4.2.3 Partial Point, AND

Wiederum muss die gesamte Tabelle geladen werden und die Kosten fallen ähnlich aus. Die gegenüber dem vorherigen Query leicht geringeren Kosten erklären wir uns folgendermassen:

- Es müssen je Zeile nur dann beide Bedingungen geprüft werden, wenn die erste Bedingung erfüllt ist.
- Nur eine einzige Zeile erfüllt beide Bedingungen.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1	111	6611 (1)	00:01:20
* 1	TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1	111	6611 (1)	00:01:20

Predicate Information (identified by operation id):

1 - filter ("O_ORDERKEY"=44444 AND "O_CLERK"='Clerk #000000286')

4.2.4 Partial Point, AND und Funktion

Die Multiplikation des Feldes *O_ORDERKEY* sowie die erhöhte Anzahl an zurückzugebenden Zeilen erhöhen die Kosten gegenüber dem vorherigen Query in geringem Masse.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		15	1665	6615 (1)	00:01:20
* 1	TABLE ACCESS FULL	ORDERS	15	1665	6615 (1)	00:01:20

Predicate Information (identified by operation id):

```

9
10
11      1 - filter ("O_ORDERKEY" * 2 = 44444 AND "O_CLERK" = 'Clerk #000000286')

```

4.2.5 Range Query

Für das Range Query muss aufgrund der nicht vorhandenen Indices die komplette Tabelle geladen werden. Die AND-Verknüpfung erlaubt es wiederum, für viele Zeilen die Überprüfung der zweiten Bedingung zu überspringen.

```

1
2 | Id | Operation          | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3
4 | 0 | SELECT STATEMENT    |      | 27780 | 3011K | 6603 (1) | 00:01:20 |
5 | * 1 | TABLE ACCESS FULL | ORDERS | 27780 | 3011K | 6603 (1) | 00:01:20 |
6
7
8 Predicate Information (identified by operation id):
9
10
11      1 - filter ("O_ORDERKEY" <= 222222 AND "O_ORDERKEY" >= 111111)

```

Die Grösse des Intervalls spielt in diesem Fall praktisch keine Rolle:

```

1
2 | Id | Operation          | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3
4 | 0 | SELECT STATEMENT    |      | 249K | 26M | 6605 (1) | 00:01:20 |
5 | * 1 | TABLE ACCESS FULL | ORDERS | 249K | 26M | 6605 (1) | 00:01:20 |
6
7
8 Predicate Information (identified by operation id):
9
10
11      1 - filter ("O_ORDERKEY" <= 999222 AND "O_ORDERKEY" >= 000111)

```

4.2.6 Partial Range Query

Das Partial Range Query weist gegenüber dem einfachen Range Query praktisch keine Unterschiede auf. Wiederum muss die gesamte Tabelle durchsucht werden und nur für wenige Zeilen brauchen alle vier Bedingungen geprüft zu werden.

```

1
2 | Id | Operation          | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3
4 | 0 | SELECT STATEMENT    |      | 6 | 666 | 6611 (1) | 00:01:20 |
5 | * 1 | TABLE ACCESS FULL | ORDERS | 6 | 666 | 6611 (1) | 00:01:20 |
6
7
8 Predicate Information (identified by operation id):
9
10
11      1 - filter ("O_ORDERKEY" <= 55555 AND "O_CLERK" <= 'Clerk #000000139' AND
12              "O_ORDERKEY" >= 44444 AND "O_CLERK" >= 'Clerk #000000130')

```

4.3 Join

Das Query in der gegebenen Form führt auf dieser Datenbasis ohne Indices dazu, dass beide im Join beteiligten Tabellen zunächst vollständig geladen werden müssen. Die Bedingung auf Orders führt dazu, dass lediglich 25 Zeilen aus dieser Tabelle verwendet werden.

Der HASH JOIN der beiden Relationen (25 Zeilen gejoint mit 150000 Zeilen) führt zu Kosten von 953.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		25	6750	7555 (1)	00:01:31
* 1	HASH JOIN		25	6750	7555 (1)	00:01:31
* 2	TABLE ACCESS FULL	ORDERS	25	2775	6602 (1)	00:01:20
3	TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	150K	22M	951 (1)	00:00:12

Predicate Information (identified by operation id):

1	-	access("O_CUSTKEY"="C_CUSTKEY")
2	-	filter("O_ORDERKEY"<100)

Die Formulierung des Joins mittels JOIN ... ON (bedingung) führt zum selben Ausführungsplan.

```

1 SELECT *
2 FROM orders
3 JOIN customers ON (c.custkey = o.custkey)
4 WHERE o.orderkey < 100;
```

Dies gilt auch für die Variante mit CROSS JOIN und der custkey-Bedingung in WHERE.

```

1 SELECT *
2 FROM orders
3 CROSS JOIN customers
4 WHERE o.orderkey < 100
5 AND
6 c.custkey = o.custkey;
```

5 Versuche mit Index

5.1 Erzeugung Indices

Die Indices werden gemäss den Befehlen aus der Aufgabenstellung erstellt (Zeilen 4 und 5 sind Output):

```

1 CREATE INDEX o_orderkey_ix ON orders(o_orderkey);
2 CREATE INDEX o_clerk_ix ON orders(o_clerk);
3
4 index O_ORDERKEY_IX created.
5 index O_CLERK_IX created.
```

Die Indices sind 30 resp. 48 MByte gross. Zusammen kommen sie somit beinahe auf die halbe Grösse der Tabelle *ORDERS* (ca. 160 MByte). Die Grösse der Indices haben wir gemäss folgendem Output festgestellt:

```

1 SELECT SEGMENT_NAME, BYTES
2 FROM DBA_SEGMENTS seg
3 WHERE seg.owner = 'DBARC02'
4 AND seg.segment_type = 'INDEX'
5
6 SEGMENT_NAME          BYTES
7 -----
8 O_ORDERKEY_IX          30408704
9 O_CLERK_IX             48234496
```

5.2 Projektion

5.2.1 DISTINCT o_clerk FROM

Im Gegensatz zum Output ohne Index (siehe Abschnitt 4.1.3 auf Seite 3) fallen die Kosten bei der Abfrage mit Index merklich geringer aus. Der Schritt *HASH UNIQUE* verursacht Kosten von 69, was gegenüber der Abfrage ohne Index keinen Unterschied darstellt. Allerdings ist

der *INDEX FAST FULL SCAN* viel günstiger als *TABLE ACCESS FULL* (Kosten sinken von 6607 auf 1546).

Wir erklären uns dies dadurch, dass die Daten für das Query (lediglich Spalte *O_CLERK*) in diesem Fall direkt aus dem Index gelesen werden während ohne Index für *O_CLERK* die gesamte Tabelle von der Disk gelesen werden muss. Da der Index ca. vier mal kleiner ist als die Tabelle fallen auch die Kosten ca. viermal kleiner aus.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost	(%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1000	16000	1615	(5)	00:00:20
1	HASH UNIQUE		1000	16000	1615	(5)	00:00:20
2	INDEX FAST FULL SCAN	O_CLERK_IX	1500K	22M	1546	(1)	00:00:19

5.2.2 * FROM

Führen wir dasselbe Query wie in Abschnitt 4.1.1 auf Seite 3 aus, sehen wir einen gegenüber der Variante ohne Index unveränderten Ausführungsplan.

5.3 Selektion

5.3.1 Exact Point

Das Exact Point Query profitiert in enormem Ausmass vom Index auf *O_ORDERKEY* (Kosten sinken von 6602 auf 4, vgl. Abschnitt 4.2.1 auf Seite 3). Zunächst wird im Index der Eintrag mit dem entsprechenden Wert von *O_ORDERKEY* gesucht und dann die im Index enthaltene ROWID für den Zugriff auf die Tabelle benutzt (*TABLE ACCESS BY INDEX ROWID*). Der Zugriff auf die Tabelle ist notwendig, da wir die ganze Zeile und nicht nur das Feld mit dem Index ausgeben möchten.

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost	(%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1	111	4	(0)	00:00:01
1	TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	ORDERS	1	111	4	(0)	00:00:01
2	INDEX RANGE SCAN	O_ORDERKEY_IX	1		3	(0)	00:00:01

Predicate Information (identified by operation id):

2 - access ("O_ORDERKEY"=44444)

Verwenden wir den Hint *FULL(orders)* im Statement, erhalten wir den selben Ausführungsplan wie in Abschnitt 4.2.1 auf Seite 3. Dann wird der Zugriff auf die gesuchte Zeile nicht über den Index vorgenommen.

5.3.2 Partial Point, OR

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost	(%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1501	162K	336	(0)	00:00:05
1	TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	ORDERS	1501	162K	336	(0)	00:00:05
2	BITMAP CONVERSION TO ROWIDS						
3	BITMAP OR						
4	BITMAP CONVERSION FROM ROWIDS						
5	INDEX RANGE SCAN	O_CLERK_IX			8	(0)	00:00:01
6	BITMAP CONVERSION FROM ROWIDS						
7	INDEX RANGE SCAN	O_ORDERKEY_IX			3	(0)	00:00:01

```

13
14 Predicate Information (identified by operation id):
15 -----
16
17      5 - access("O_CLERK"='Clerk #000000286')
18      7 - access("O_ORDERKEY"=44444)

```

5.3.3 Partial Point, AND

```

1
2 | Id | Operation | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3 -----
4 | 0 | SELECT STATEMENT | | 1 | 111 | 4 (0) | 00:00:01 |
5 |* 1 | TABLE ACCESS BY INDEX ROWID | ORDERS | 1 | 111 | 4 (0) | 00:00:01 |
6 |* 2 | INDEX RANGE SCAN | O_ORDERKEY_IX | 1 | | 3 (0) | 00:00:01 |
7 -----
8
9 Predicate Information (identified by operation id):
10 -----
11
12      1 - filter("O_CLERK"='Clerk #000000286')
13      2 - access("O_ORDERKEY"=44444)

```

5.3.4 Partial Point, AND mit Funktion

```

1
2 | Id | Operation | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3 -----
4 | 0 | SELECT STATEMENT | | 15 | 1665 | 1464 (1) | 00:00:18 |
5 |* 1 | TABLE ACCESS BY INDEX ROWID | ORDERS | 15 | 1665 | 1464 (1) | 00:00:18 |
6 |* 2 | INDEX RANGE SCAN | O_CLERK_IX | 1500 | | 8 (0) | 00:00:01 |
7 -----
8
9 Predicate Information (identified by operation id):
10 -----
11
12      1 - filter("O_ORDERKEY"*2=44444)
13      2 - access("O_CLERK"='Clerk #000000286')

```

5.3.5 Range Query

Intervallgrösse??

```

1
2 | Id | Operation | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3 -----
4 | 0 | SELECT STATEMENT | | 27780 | 3011K | 932 (1) | 00:00:12 |
5 | 1 | TABLE ACCESS BY INDEX ROWID | ORDERS | 27780 | 3011K | 932 (1) | 00:00:12 |
6 |* 2 | INDEX RANGE SCAN | O_ORDERKEY_IX | 27780 | | 68 (0) | 00:00:01 |
7 -----
8
9 Predicate Information (identified by operation id):
10 -----
11
12      2 - access("O_ORDERKEY">=111111 AND "O_ORDERKEY"<=222222)

```

5.3.6 Partial Range Query

```

1
2 | Id | Operation | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3 -----
4 | 0 | SELECT STATEMENT | | 6 | 666 | 27 (12) | 00:00:01 |
5 | 1 | TABLE ACCESS BY INDEX ROWID | ORDERS | 6 | 666 | 27 (12) | 00:00:01 |
6 | 2 | BITMAP CONVERSION TO ROWIDS | | | | | | |
7 | 3 | BITMAP AND | | | | | | |
8 | 4 | BITMAP CONVERSION FROM ROWIDS | | | | | | |
9 | 5 | SORT ORDER BY | | | | | | |
10 |* 6 | INDEX RANGE SCAN | O_ORDERKEY_IX | 2780 | | 9 (0) | 00:00:01 |
11 | 7 | BITMAP CONVERSION FROM ROWIDS | | | | | | |
12 | 8 | SORT ORDER BY | | | | | | |
13 |* 9 | INDEX RANGE SCAN | O_CLERK_IX | 2780 | | 14 (0) | 00:00:01 |
14 -----
15
16 Predicate Information (identified by operation id):
17 -----
18
19      6 - access("O_ORDERKEY">=44444 AND "O_ORDERKEY"<=55555)
20      9 - access("O_CLERK">='Clerk #000000130' AND "O_CLERK"<='Clerk #000000139')

```


5.4 Join

5.4.1 Join

Normal:

	Id	Operation	Name	Rows	Bytes	TempSpc	Cost (%CPU)	Time
0		SELECT STATEMENT		1500K	386M		17514 (1)	00:03:31
* 1		HASH JOIN		1500K	386M	24M	17514 (1)	00:03:31
2		TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	150K	22M		951 (1)	00:00:12
3		TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1500K	158M		6610 (1)	00:01:20
Predicate Information (identified by operation id):								
1		access("O.CUSTKEY"="C.CUSTKEY")						

Nested Loop Join: Hint:

```
1 SELECT /*+ USE_NL(customers orders) */
2 FROM orders, customers
3 WHERE o_custkey = c_custkey;
```

	Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0		SELECT STATEMENT		1500K	386M	991M (1)	999:59:59
1		NESTED LOOPS		1500K	386M	991M (1)	999:59:59
2		TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	150K	22M	951 (1)	00:00:12
* 3		TABLE ACCESS FULL	ORDERS	10	1110	6608 (1)	00:01:20
Predicate Information (identified by operation id):							
3		filter("O.CUSTKEY"="C.CUSTKEY")					

Merge Join: Hint:

```
1 SELECT /*+ USE_MERGE(customers orders) */
2 FROM orders, customers
3 WHERE o_custkey = c_custkey;
```

	Id	Operation	Name	Rows	Bytes	TempSpc	Cost (%CPU)	Time
0		SELECT STATEMENT		1500K	386M		50568 (1)	00:10:07
1		MERGE JOIN		1500K	386M		50568 (1)	00:10:07
2		SORT JOIN		150K	22M	52M	6202 (1)	00:01:15
3		TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	150K	22M		951 (1)	00:00:12
* 4		SORT JOIN		1500K	158M	390M	44366 (1)	00:08:53
5		TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1500K	158M		6610 (1)	00:01:20
Predicate Information (identified by operation id):								
4		access("O.CUSTKEY"="C.CUSTKEY") filter("O.CUSTKEY"="C.CUSTKEY")						

5.4.2 Join, AND

Normal:

	Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0		SELECT STATEMENT		25	6750	957 (1)	00:00:12
* 1		HASH JOIN		25	6750	957 (1)	00:00:12
2		TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	ORDERS	25	2775	4 (0)	00:00:01
* 3		INDEX RANGE SCAN	O.ORDERKEY_IX	25		3 (0)	00:00:01
4		TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	150K	22M	951 (1)	00:00:12
Predicate Information (identified by operation id):							

```

13
14      1 - access ("O.CUSTKEY"="C.CUSTKEY")
15      3 - access ("O.ORDERKEY"<100)

```

Nested Loop Join: Hint:

```

1 SELECT /*+ USE_NL(customers orders) */
2 FROM orders, customers
3 WHERE o_custkey = c_custkey
4 AND o_orderkey < 100;

```

	Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0		SELECT STATEMENT		25	6750	23747 (1)	00:04:45
1		NESTED LOOPS		25	6750	23747 (1)	00:04:45
2		TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	ORDERS	25	2775	4 (0)	00:00:01
3		INDEX RANGE SCAN	O.ORDERKEY_IX	25		3 (0)	00:00:01
4		TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	1	159	950 (1)	00:00:12

```

11 Predicate Information (identified by operation id):

```

```

13      3 - access ("O.ORDERKEY"<100)
14      4 - filter ("O.CUSTKEY"="C.CUSTKEY")

```

Merge Join: Hint:

```

1 SELECT /*+ USE_MERGE(customers orders) */
2 FROM orders, customers
3 WHERE o_custkey = c_custkey
4 AND o_orderkey < 100;

```

	Id	Operation	Name	Rows	Bytes	TempSpc	Cost (%CPU)	Time
0		SELECT STATEMENT		25	6750		6207 (1)	
1		MERGE JOIN		25	6750		6207 (1)	
2		SORT JOIN		25	2775		5 (20)	
3		TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	ORDERS	25	2775		4 (0)	
4		INDEX RANGE SCAN	O.ORDERKEY_IX	25			3 (0)	
5		SORT JOIN		150K	22M	52M	6202 (1)	
6		TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	150K	22M		951 (1)	

```

13 Predicate Information (identified by operation id):

```

```

16      4 - access ("O.ORDERKEY"<100)
17      5 - access ("O.CUSTKEY"="C.CUSTKEY")
18          filter ("O.CUSTKEY"="C.CUSTKEY")

```

5.4.3 Join, INDEX

Als erstes haben wir den neuen Index erstellt. (Ab Zeile 3 Output)

```

1 CREATE INDEX c_custkey_ix ON customers(c_custkey);
2
3 index C_CUSTKEY_IX erstellt.

```

Normal:

	Id	Operation	Name	Rows	Bytes	TempSpc	Cost (%CPU)	Time
0		SELECT STATEMENT		1500K	386M		17514 (1)	00:03:31
1		HASH JOIN		1500K	386M	24M	17514 (1)	00:03:31
2		TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	150K	22M		951 (1)	00:00:12
3		TABLE ACCESS FULL	ORDERS	1500K	158M		6610 (1)	00:01:20

```

10 Predicate Information (identified by operation id):

```

```

11 -----
12
13      1 - access("O_CUSTKEY"="C_CUSTKEY")

```

Nested Loop Join: Hint:

```

1 SELECT /*+ USE_NL(customers orders) */
2 FROM orders, customers
3 WHERE o_custkey = c_custkey;

```

```

1
2 | Id | Operation | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3 -----
4 | 0 | SELECT STATEMENT | | 1500K | 386M | 3007K (1) | 10:01:34 |
5 | 1 | NESTED LOOPS | | | | | |
6 | 2 | NESTED LOOPS | | 1500K | 386M | 3007K (1) | 10:01:34 |
7 | 3 | TABLE ACCESS FULL | ORDERS | 1500K | 158M | 6610 (1) | 00:01:20 |
8 | * 4 | INDEX RANGE SCAN | C_CUSTKEY_IK | 1 | | 1 (0) | 00:00:01 |
9 | 5 | TABLE ACCESS BY INDEX ROWID | CUSTOMERS | 1 | 159 | 2 (0) | 00:00:01 |
10
11
12 Predicate Information (identified by operation id):
13 -----
14
15      4 - access("O_CUSTKEY"="C_CUSTKEY")

```

Merge Join: Hint:

```

1 SELECT /*+ USE_MERGE(customers orders) */
2 FROM orders, customers
3 WHERE o_custkey = c_custkey;

```

```

1
2 | Id | Operation | Name | Rows | Bytes | TempSpc | Cost (%CPU) | Time |
3 -----
4 | 0 | SELECT STATEMENT | | 1500K | 386M | | 50568 (1) | 00:10:07 |
5 | 1 | MERGE JOIN | | 1500K | 386M | | 50568 (1) | 00:10:07 |
6 | 2 | SORT JOIN | | 150K | 22M | 52M | 6202 (1) | 00:01:15 |
7 | 3 | TABLE ACCESS FULL | CUSTOMERS | 150K | 22M | | 951 (1) | 00:00:12 |
8 | * 4 | SORT JOIN | | 1500K | 158M | 390M | 44366 (1) | 00:08:53 |
9 | 5 | TABLE ACCESS FULL | ORDERS | 1500K | 158M | | 6610 (1) | 00:01:20 |
10
11
12 Predicate Information (identified by operation id):
13 -----
14
15      4 - access("O_CUSTKEY"="C_CUSTKEY")
16           filter("O_CUSTKEY"="C_CUSTKEY")

```

6 Quiz

Ohne Optimierung werden von jeder Tabelle sämtliche Zeilen gelesen. Dies hat enorme Kosten zur Folge. Die Operation TABLE ACCESS FULL kostet auf der Tabelle LINEITEMS 29675, auf der Tabelle PARTS 1052 und auf der Tabelle PARTSUPPS 4525. Der erste HASH JOIN auf PARTSUPPS und PARTS kostet 295. Der zweite HASH JOIN auf LINEITEMS und den ersten HASH JOIN kostet 30. Der HASH JOIN ist sehr CPU intensiv. Ebenfalls ist erkennbar, dass die Abfrage durch die grosse Datenmenge relativ lange dauert. Da es sich um ein COUNT handelt, wird die Anzahl Zeilen am Ende auf 1 reduziert.

```

1
2 | Id | Operation | Name | Rows | Bytes | Cost (%CPU) | Time |
3 -----
4 | 0 | SELECT STATEMENT | | 1 | 45 | 35577 (2) | 00:07:07 |
5 | 1 | SORT AGGREGATE | | 1 | 45 | | |
6 | * 2 | HASH JOIN | | 4 | 180 | 35577 (2) | 00:07:07 |
7 | * 3 | HASH JOIN | | 4 | 144 | 5872 (6) | 00:01:11 |
8 | * 4 | TABLE ACCESS FULL | PARTSUPPS | 4 | 36 | 4525 (1) | 00:00:55 |
9 | * 5 | TABLE ACCESS FULL | PARTS | 2667 | 72009 | 1052 (1) | 00:00:13 |
10 | 6 | TABLE ACCESS FULL | LINEITEMS | 6001K | 51M | 29675 (1) | 00:05:57 |
11
12
13 Predicate Information (identified by operation id):
14 -----
15
16      2 - access("PS_PARTKEY"="L_PARTKEY" AND "PS_SUPPKEY"="L_SUPPKEY")
17      3 - access("P_PARTKEY"="PS_PARTKEY")

```

```

18      filter("PS.PARTKEY"=5 AND "P.TYPE"='MEDIUM ANODIZED BRASS' OR
19            "PS.PARTKEY"=5 AND "P.TYPE"='MEDIUM BRUSHED COPPER')
20  4 - filter("PS.PARTKEY"=5)
21  5 - filter("P.TYPE"='MEDIUM ANODIZED BRASS' OR "P.TYPE"='MEDIUM
22        BRUSHED COPPER')

```

Um die Abfrage zu optimieren, haben wir folgende Indices erstellt. (Ab Zeile 6 Output):

```

1 CREATE INDEX p_partkey_ix ON parts (p_partkey) ;
2 CREATE INDEX ps_partkey_ix ON partsupps (ps_partkey) ;
3 CREATE INDEX l_partkey_ix ON lineitems (l_partkey) ;
4 CREATE INDEX l_suppkey_ix ON lineitems (l_suppkey) ;
5
6 index P.PARTKEY_IX erstellt.
7 index PS.PARTKEY_IX erstellt.
8 index L.PARTKEY_IX erstellt.
9 index L.SUPPKEY_IX erstellt.

```

Wir haben versucht weitere Indices zu erstellen, welche jedoch keine weiteren Auswirkungen auf die Kosten hatten, weshalb wir sie weggelassen haben:

```

1 CREATE INDEX ps_suppkey_ix ON partsupps (ps_suppkey) ;
2 CREATE INDEX p_type_ix ON parts (p_type) ;

```

Nach dem Erstellen der Indices sind die Kosten enorm gesunken, von vorher 35577 auf neu 52. Durch die erstellten Indices werden keine TABLE ACCESS FULL Operationen mehr ausgeführt, sondern INDEX RANGE SCAN Operationen, welche nur minime Kosten verursachen. Anstelle des HASH JOIN wird neu NESTED LOOPS verwendet, welcher

	Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	0	SELECT STATEMENT		1	45	52 (0)	00:00:01
1	1	SORT AGGREGATE		1	45		
2	2	NESTED LOOPS		4	180	52 (0)	00:00:01
3	3	NESTED LOOPS		4	144	12 (0)	00:00:01
4	4	TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	PARTSUPPS	4	36	4 (0)	00:00:01
5	5	INDEX RANGE SCAN	PS_PARTKEY_IX	4		3 (0)	00:00:01
6	6	TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	PARTS	1	27	2 (0)	00:00:01
7	7	INDEX RANGE SCAN	P_PARTKEY_IX	1		1 (0)	00:00:01
8	8	BITMAP CONVERSION COUNT		1	9	52 (0)	00:00:01
9	9	BITMAP AND					
10	10	BITMAP CONVERSION FROM ROWIDS					
11	11	INDEX RANGE SCAN	L_PARTKEY_IX	30		2 (0)	00:00:01
12	12	BITMAP CONVERSION FROM ROWIDS					
13	13	INDEX RANGE SCAN	L_SUPPKEY_IX	30		2 (0)	00:00:01
Predicate Information (identified by operation id):							
5	5	access("PS.PARTKEY"=5)					
6	6	filter(("P.TYPE"='MEDIUM ANODIZED BRASS' OR "P.TYPE"='MEDIUM BRUSHED COPPER') AND ("PS.PARTKEY"=5 AND "P.TYPE"='MEDIUM ANODIZED BRASS' OR "PS.PARTKEY"=5 AND "P.TYPE"='MEDIUM BRUSHED COPPER'))					
7	7	access("P.PARTKEY"="PS.PARTKEY")					
11	11	access("PS.PARTKEY"="L.PARTKEY")					
13	13	access("PS.SUPPKEY"="L.SUPPKEY")					

7 Deep Left Join?

Mit Subselects:

```

1 SELECT COUNT(*) FROM
2   (SELECT /*+ no_merge */ ps_partkey, ps_suppkey
3    FROM parts, partsupps
4    WHERE p_partkey=ps_partkey
5    AND ( (ps_partkey = 5 AND p_type = 'MEDIUM ANODIZED BRASS')
6    OR (ps_partkey = 5 AND p_type = 'MEDIUM BRUSHED COPPER') ))
7   tbl_a,
8   (SELECT /*+ no_merge */ l_partkey, l_suppkey
9    FROM lineitems, orders
10   WHERE l_orderkey=o_orderkey)
11   tbl_b
12 WHERE tbl_a.ps_partkey = tbl_b.l_partkey
13 AND tbl_a.ps_suppkey=tbl_b.l_suppkey;

```

Mit LEADING:

```
1 --> http://www.oaktable.net/content/right-deep-left-deep-and-bushy-joins
2 --> http://tonyhasler.wordpress.com/2008/12/27/bushy-joins/
3
4 SELECT /* + LEADING()
5         USE_HASH() swap_join_inputs()
6         USE_HASH() swap_join_inputs()
7         USE_HASH() swap_join_inputs()
8         USE_HASH() swap_join_inputs()
9         */ COUNT(*)
10 FROM parts, partsupp, lineitems
11 WHERE p_partkey=ps_partkey
12 AND ps_partkey=l_partkey
13 AND ps_suppkey=l_suppkey
14 AND ( (ps_partkey = 5 AND p_type = 'MEDIUM ANODIZED BRASS')
15 OR (ps_partkey = 5 AND p_type = 'MEDIUM BRUSHED COPPER') );
```

8 Eigene SQL-Anfragen

9 Reflexion