

optimizer trace 表的神奇功效

标签： MySQL 是怎样运行的

对于MySQL 5.6以及之前的版本来说，查询优化器就像是一个黑盒子一样，你只能通过EXPLAIN语句查看到最后优化器决定使用的执行计划，却无法知道它为什么做这个决策。这对于一部分喜欢刨根问底的小伙伴来说简直是灾难：“我就觉得使用其他的执行方案比EXPLAIN输出的这种方案强，凭什么优化器做的决定和我想的不一样呢？”

在MySQL 5.6以及之后的版本中，设计MySQL的大叔贴心的为这部分小伙伴提出了一个optimizer trace的功能，这个功能可以让我们方便的查看优化器生成执行计划的整个过程，这个功能的开启与关闭由系统变量optimizer_trace决定，我们看一下：

```
mysql> SHOW VARIABLES LIKE 'optimizer_trace';
+-----+-----+
| Variable_name | Value                                |
+-----+-----+
| optimizer_trace | enabled=off,one_line=off          |
+-----+-----+
1 row in set (0.02 sec)
```

可以看到enabled值为off，表明这个功能默认是关闭的。

小贴士：

one_line的值是控制输出格式的，如果为on那么所有输出都将在一行中展示，不适合人阅读，所以我们就保持其默认值为off吧。

如果想打开这个功能，必须首先把enabled的值改为on，就像这样：

```
mysql> SET optimizer_trace="enabled=on";  
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)
```

然后我们就可以输入我们想要查看优化过程的查询语句，当该查询语句执行完成后，就可以到information_schema数据库下的OPTIMIZER_TRACE表中查看完整的优化过程。这个OPTIMIZER_TRACE表有4个列，分别是：

- QUERY：表示我们的查询语句。
- TRACE：表示优化过程的JSON格式文本。
- MISSING_BYTES_BEYOND_MAX_MEM_SIZE：由于优化过程可能会输出很多，如果超过某个限制时，多余的文本将不会被显示，这个字段展示了被忽略的文本字节数。
- INSUFFICIENT_PRIVILEGES：表示是否没有权限查看优化过程，默认值是0，只有某些特殊情况下才会是1，我们暂时不关心这个字段的值。

完整的使用optimizer trace功能的步骤总结如下：

```
# 1. 打开optimizer trace功能（默认情况下它是关闭的）：  
SET optimizer_trace="enabled=on";  
  
# 2. 这里输入你自己的查询语句  
SELECT ...;  
  
# 3. 从OPTIMIZER_TRACE表中查看上一个查询的优化过程  
SELECT * FROM information_schema.OPTIMIZER_TRACE;  
  
# 4. 可能你还要观察其他语句执行的优化过程，重复上边的第2、  
3步  
...  
  
# 5. 当你停止查看语句的优化过程时，把optimizer trace功  
能关闭  
SET optimizer_trace="enabled=off";
```

现在我们有一个搜索条件比较多的查询语句，它的执行计划如下：

```
mysql> EXPLAIN SELECT * FROM s1 WHERE
->      key1 > 'z' AND
->      key2 < 1000000 AND
->      key3 IN ('a', 'b', 'c') AND
->      common_field = 'abc';
+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
-+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+
| id | select_type | table | partitions | type |
possible_keys          | key      | key_len |
ref | rows | filtered | Extra
|
+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
-+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+
| 1 | SIMPLE      | s1     | NULL        | range |
idx_key2,idx_key1,idx_key3 | idx_key2 | 5        |
NULL | 12 | 0.42 | Using index condition;
Using where |
+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
-+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+
1 row in set, 1 warning (0.00 sec)
```

可以看到该查询可能使用到的索引有3个，那么为什么优化器最终选择了idx_key2而不选择其他的索引或者直接全表扫描呢？这时候就可以通过otpmizer trace功能来查看优化器的具体工作过程：

```
SET optimizer_trace="enabled=on";
```

```
SELECT * FROM s1 WHERE  
    key1 > 'z' AND  
    key2 < 1000000 AND  
    key3 IN ('a', 'b', 'c') AND  
    common_field = 'abc';
```

```
SELECT * FROM  
information_schema.OPTIMIZER_TRACE\G
```

我们直接看一下通过查询OPTIMIZER_TRACE表得到的输出（我使用#后跟随注释的形式为大家解释了优化过程中的一些比较重要的点，大家重点关注一下）：

```
***** 1. row  
*****  
# 分析的查询语句是什么  
QUERY: SELECT * FROM s1 WHERE  
    key1 > 'z' AND  
    key2 < 1000000 AND  
    key3 IN ('a', 'b', 'c') AND  
    common_field = 'abc'  
  
# 优化的具体过程  
TRACE: {  
    "steps": [  
        {  
            "join_preparation": {      # prepare阶段  
                "select#": 1,  
                "steps": [  
                    {  
                        "IN_uses_bisection": true
```

```

        },
        {
            "expanded_query": "/* select#1 */
select `s1`.`id` AS `id`,`s1`.`key1` AS
`key1`,`s1`.`key2` AS `key2`,`s1`.`key3` AS
`key3`,`s1`.`key_part1` AS
`key_part1`,`s1`.`key_part2` AS
`key_part2`,`s1`.`key_part3` AS
`key_part3`,`s1`.`common_field` AS `common_field`
from `s1` where ((`s1`.`key1` > 'z') and
(`s1`.`key2` < 1000000) and (`s1`.`key3` in
('a','b','c'))) and (`s1`.`common_field` =
'abc'))"
        }
    ] /* steps */
} /* join_preparation */
},
{
    "join_optimization": {      # optimize阶段
        "select#": 1,
        "steps": [
            {
                "condition_processing": {      # 处理搜索
条件
                    "condition": "WHERE",
                    # 原始搜索条件
                    "original_condition": "
((`s1`.`key1` > 'z') and (`s1`.`key2` < 1000000)
and (`s1`.`key3` in ('a','b','c'))) and
(`s1`.`common_field` = 'abc'))",
                    "steps": [
                        {
                            # 等值传递转换

```

```

        "transformation":
"equality_propagation",
        "resulting_condition": "
((`s1`.`key1` > 'z') and (`s1`.`key2` < 1000000)
and (`s1`.`key3` in ('a','b','c'))) and
(`s1`.`common_field` = 'abc'))"
    },
    {
        # 常量传递转换
        "transformation":
"constant_propagation",
        "resulting_condition": "
((`s1`.`key1` > 'z') and (`s1`.`key2` < 1000000)
and (`s1`.`key3` in ('a','b','c'))) and
(`s1`.`common_field` = 'abc'))"
    },
    {
        # 去除没用的条件
        "transformation":
"trivial_condition_removal",
        "resulting_condition": "
((`s1`.`key1` > 'z') and (`s1`.`key2` < 1000000)
and (`s1`.`key3` in ('a','b','c'))) and
(`s1`.`common_field` = 'abc'))"
    }
] /* steps */
} /* condition_processing */
},
{
    # 替换虚拟生成列
    "substitute_generated_columns": {
    } /* substitute_generated_columns */
},

```

```

{
  # 表的依赖信息
  "table_dependencies": [
    {
      "table": "`s1`",
      "row_may_be_null": false,
      "map_bit": 0,
      "depends_on_map_bits": [
      ] /* depends_on_map_bits */
    }
  ] /* table_dependencies */
},
{
  "ref_optimizer_key_uses": [
  ] /* ref_optimizer_key_uses */
},
{

# 预估不同单表访问方法的访问成本
"rows_estimation": [
  {
    "table": "`s1`",
    "range_analysis": {
      "table_scan": {      # 全表扫描的行数

        "rows": 9688,
        "cost": 2036.7
      } /* table_scan */,

# 分析可能使用的索引
"potential_range_indexes": [
  {
    "index": "PRIMARY",      # 主键

```

以及成本

不可用

```
    "usable": false,  
    "cause": "not_applicable"  
  },  
  {
```

idx_key2可能被使用

```
    "index": "idx_key2", #  
  
    "usable": true,  
    "key_parts": [  
      "key2"  
    ] /* key_parts */  
  },  
  {
```

idx_key1可能被使用

```
    "index": "idx_key1", #  
  
    "usable": true,  
    "key_parts": [  
      "key1",  
      "id"  
    ] /* key_parts */  
  },  
  {
```

idx_key3可能被使用

```
    "index": "idx_key3", #  
  
    "usable": true,  
    "key_parts": [  
      "key3",  
      "id"  
    ] /* key_parts */  
  },  
  {
```

idx_keypart不可用

```
    "index": "idx_key_part", #
```

```

        "usable": false,
        "cause": "not_applicable"
    }
] /* potential_range_indexes
*/,

    "setup_range_conditions": [
] /* setup_range_conditions */,
    "group_index_range": {
        "chosen": false,
        "cause":
"not_group_by_or_distinct"
    } /* group_index_range */,

    # 分析各种可能使用的索引的成本
    "analyzing_range_alternatives":
{
    "range_scan_alternatives": [
    {
        # 使用idx_key2的成本分析
        "index": "idx_key2",
        # 使用idx_key2的范围区间
        "ranges": [
            "NULL < key2 < 1000000"
        ] /* ranges */,

        "index_dives_for_eq_ranges": true,    # 是否使用
        index dive

        "rowid_ordered": false,
        # 使用该索引获取的记录是否按照主键排序

        "using_mrr": false,    #
        是否使用mrr

        "index_only": false,    #
        是否是索引覆盖访问
    }
]

```

引获取的记录条数	<code>"rows": 12,</code>	<code># 使用该索引</code>
引的成本	<code>"cost": 15.41,</code>	<code># 使用该索引</code>
该索引	<code>"chosen": true</code>	<code># 是否选择该索引</code>
	<code>},</code>	
	<code>{</code>	
	<code># 使用idx_key1的成本分析</code>	
	<code>"index": "idx_key1",</code>	
	<code># 使用idx_key1的范围区间</code>	
	<code>"ranges": [</code>	
	<code> "z < key1"</code>	
	<code>] /* ranges */,</code>	
	<code>"index_dives_for_eq_ranges": true,</code>	<code># 同上</code>
	<code>"rowid_ordered": false,</code>	
# 同上	<code>"using_mrr": false,</code>	<code># 同上</code>
上	<code>"index_only": false,</code>	<code>#</code>
同上	<code>"rows": 266,</code>	<code># 同上</code>
	<code>"cost": 320.21,</code>	<code># 同上</code>
	<code>"chosen": false,</code>	<code># 同上</code>
本太大所以不选择该索引	<code>"cause": "cost"</code>	<code># 因为成本太大所以不选择该索引</code>
	<code>},</code>	
	<code>{</code>	
	<code># 使用idx_key3的成本分析</code>	
	<code>"index": "idx_key3",</code>	
	<code># 使用idx_key3的范围区间</code>	
	<code>"ranges": [</code>	

```

        "a <= key3 <= a",
        "b <= key3 <= b",
        "c <= key3 <= c"
    ] /* ranges */,

    "index_divides_for_eq_ranges": true,    # 同上
        "rowid_ordered": false,
# 同上
        "using_mrr": false,    # 同
上
        "index_only": false,    #
同上
        "rows": 21,    # 同上
        "cost": 28.21,    # 同上
        "chosen": false,    # 同上
        "cause": "cost"    # 同上
    }
] /* range_scan_alternatives
*/,

    # 分析使用索引合并的成本

    "analyzing_roworder_intersect": {
        "usable": false,
        "cause":
    "too_few_roworder_scans"
    } /*
analyzing_roworder_intersect */
    } /*
analyzing_range_alternatives */,

    # 对于上述单表查询s1最优的访问方法
    "chosen_range_access_summary":

```

```

{
    "range_access_plan": {
        "type": "range_scan",
        "index": "idx_key2",
        "rows": 12,
        "ranges": [
            "NULL < key2 < 1000000"
        ] /* ranges */
    } /* range_access_plan */,
    "rows_for_plan": 12,
    "cost_for_plan": 15.41,
    "chosen": true
} /*
chosen_range_access_summary */
} /* range_analysis */
}
] /* rows_estimation */
},
{

```

分析各种可能的执行计划
 # (对多表查询这可能有很多种不同的方案, 单表查询的方案上边已经分析过了, 直接选取idx_key2就好)

```

    "considered_execution_plans": [
        {
            "plan_prefix": [
            ] /* plan_prefix */,
            "table": "`s1`",
            "best_access_path": {
                "considered_access_paths": [
                    {
                        "rows_to_scan": 12,
                        "access_type": "range",

```

```

        "range_details": {
            "used_index": "idx_key2"
        } /* range_details */,
        "resulting_rows": 12,
        "cost": 17.81,
        "chosen": true
    }
    ] /* considered_access_paths */
} /* best_access_path */,
"condition_filtering_pct": 100,
"rows_for_plan": 12,
"cost_for_plan": 17.81,
"chosen": true
}
] /* considered_execution_plans */
},
{
    # 尝试给查询添加一些其他的查询条件
    "attaching_conditions_to_tables": {
        "original_condition": "
((`s1`.`key1` > 'z') and (`s1`.`key2` < 1000000)
and (`s1`.`key3` in ('a','b','c'))) and
(`s1`.`common_field` = 'abc'))",
        "attached_conditions_computation":
[
            ] /*
attached_conditions_computation */,
        "attached_conditions_summary": [
            {
                "table": "`s1`",
                "attached": "((`s1`.`key1` >
'z') and (`s1`.`key2` < 1000000) and (`s1`.`key3`
in ('a','b','c'))) and (`s1`.`common_field` =

```

```

'abc'))"
        }
        ] /* attached_conditions_summary */
    } /* attaching_conditions_to_tables
*/

    },
    {
        # 再稍稍的改进一下执行计划
        "refine_plan": [
            {
                "table": "`s1`",
                "pushed_index_condition": "
(`s1`.`key2` < 1000000)",
                "table_condition_attached": "
((`s1`.`key1` > 'z') and (`s1`.`key3` in
('a','b','c'))) and (`s1`.`common_field` =
'abc'))"
            }
        ] /* refine_plan */
    }
] /* steps */
} /* join_optimization */
},
{
    "join_execution": {      # execute阶段
        "select#": 1,
        "steps": [
            ] /* steps */
        } /* join_execution */
    }
] /* steps */
}

```

```
# 因优化过程文本太多而丢弃的文本字节大小，值为0时表示并没有丢弃
MISSING_BYTES_BEYOND_MAX_MEM_SIZE: 0

# 权限字段
INSUFFICIENT_PRIVILEGES: 0

1 row in set (0.00 sec)
```

大家看到这个输出的第一感觉就是这文本也太多了点儿吧，其实这只是优化器执行过程中的一小部分，设计MySQL的大叔可能会在之后的版本中添加更多的优化过程信息。不过杂乱之中其实还是蛮有规律的，优化过程大致分为了三个阶段：

- prepare阶段
- optimize阶段
- execute阶段

我们所说的基于成本的优化主要集中在optimize阶段，对于单表查询来说，我们主要关注optimize阶段的"rows_estimation"这个过程，这个过程深入分析了对单表查询的各种执行方案的成本；对于多表连接查询来说，我们更多需要关注"considered_execution_plans"这个过程，这个过程里会写明各种不同的连接方式所对应的成本。反正优化器最终会选择成本最低的那种方案来作为最终的执行计划，也就是我们使用EXPLAIN语句所展现出的那种方案。

如果有小伙伴对使用EXPLAIN语句展示出的对某个查询的执行计划很不理解，大家可以尝试使用optimizer_trace功能来详细了解每一种执行方案对应的成本，相信这个功能能让大家更深入的了解MySQL查询优化器。