MySQL-SQL窗口函数

一、窗口函数有什么用

在日常工作中，经常会遇到需要在每组内排名，比如下面的业务需求：

> *排名问题：每个部门按业绩来排名*
>
> ***topN**问题：找出每个部门排名前**N**的员工进行奖励*

二、什么是窗口函数

窗口函数，也叫**OLAP**函数（**Online Anallytical Processing**，联机分析处理），可以对数据库数据进行实时分析处理

窗口函数基本语法：

```
<窗口函数> over (partition by <用于分组的列名>
                 order by <用于排序的列名>)
```

语法中的**<窗口函数>**都有哪些：

> *1) 专用窗口函数，包括后面要讲到的rank, dense_rank, row_number 等专用窗口函数。*
>
> *2) 聚合函数，如sum. avg, count, max, min等*

三、如何使用

1. 专用窗口函数

下表是班级表内容

班级表

学号	班级	成绩
0001	1	86
0002	1	95
0003	2	89
0004	1	83
0005	2	86
0006	3	92
0007	3	86
0008	1	88

如果我们想在每个班级内按成绩排名，得到下面的结果。

学号	班级	成绩	ranking
0002	1	95	1
0008	1	88	2
0001	1	86	3
0004	1	83	4
0003	2	89	1
0005	2	86	2
0006	3	92	1
0007	3	86	2

以班级“1”为例，这个班级的成绩“95”排在第1位，这个班级的“83”排在第4位。

上面这个结果确实按我们的要求在每个班级内，按成绩排名了。

得到上面结果的sql语句代码如下：

```
select *,

 rank() over (partition by 班级 order by 成绩 desc) as
ranking

from 班级表
```

解释下这个sql语句里的select子句。rank是排序的函数。

要求是“每个班级内按成绩排名”，这句话可以分为两部分：

> 1. *每个班级内：按班级分组**partition by**用来对表分组。在这个例子中，所以我们指定了按“班级”分组（partition by 班级）*
> 2. *按成绩排名: **order by**子句的功能是对分组后的结果进行排序，默认是按照升序（asc）排列。*
>
> *在本例中（**order by** 成绩 **desc**）是按成绩这一列排序，加了**desc**关键词表示降序排列。*

通过下图，我们就可以理解partiition by（分组）和order by（在组内排序）的作用了。

窗口函数具备了我们之前学过的group by子句分组的功能和order by子句排序的功能。

那为什么还要用窗口函数呢？

这是因为，**group by**分组汇总后改变了表的行数，一行只有一个类别。而**partiition by**和**rank**函数不会减少原表中的行数。例如下面统计每个班级的人数。

group by分组汇总改变行数

```
select 班级, count(学号)
from 班级表
group by 班级
order by 班级
```

班级	count(学号)
1	4
2	2
3	2

partition by分组汇总行数不变

```
select 班级,
  count(学号) over (partition by 班级
        order by 班级) as
current_count
from 班级表
```

班级	current_count
1	4
1	4
1	4
1	4
2	2
2	2
3	2
3	2

为什么叫“窗口”函数呢？

> *这是因为partition by分组后的结果称为“窗口”，这里的窗口不是我们家里的门窗，而是表示"范围"的意思。*

简单来说，窗口函数有以下功能：

> - *同时具有分组和排序的功能*
> - *不减少原表的行数*
> - *语法如下：*
>
> *<窗口函数> over (partition by <用于分组的列名>*
>
> *order by <用于排序的列名>)*

2. 其他专业窗口函数

专用窗口函数**rank, dense_rank, row_number**有什么区别呢？

```
select *,

 rank() over (order by 成绩 desc) as ranking,
 dense_rank() over (order by 成绩 desc) as dese_rank,
 row_number() over (order by 成绩 desc) as row_num

from 班级表
```

得到结果：

学号	班级	成绩	ranking	dese_rank	row_num
0002	1	95	1	1	1
0006	3	92	2	2	2
0003	2	89	3	3	3
0008	1	88	4	4	4
0001	1	86	5	5	5
0005	2	86	5	5	6
0007	3	86	5	5	7
0004	1	83	8	6	8

从上面的结果可以看出：

> ***rank函数：*** *这个例子中是5位，5位，5位，8位，也就是如果有并列名次的行，会占用下一名次的位置。*
>
> *比如正常排名是1，2，3，4，但是现在前3名是并列的名次，结果是：**1，1，1，4***
>
> ***dense_rank函数：*** *这个例子中是5位，5位，5位，6位，也就是如果有并列名次的行，不占用下一名次的位置。*
>
> *比如正常排名是1，2，3，4，但是现在前3名是并列的名次，结果是：**1，1，1，2**。*
>
> ***row_number函数：*** *这个例子中是5位，6位，7位，8位，也就是不考虑并列名次的情况。*
>
> *比如前3名是并列的名次，排名是正常的**1，2，3**，4。*

这三个函数的区别如下：

成绩	ranking	dese_rank	row_num
100	1	1	1
100	1	1	2
100	1	1	3
98	4	2	4

最后，需要强调的一点是：

> *在上述的这三个专用窗口函数中，函数后面的括号不需要任何参数，保持()空着就可以。*

3. 聚合函数作为窗口函数

聚和窗口函数和上面提到的专用窗口函数用法完全相同，只需要把聚合函数写在窗口函数的位置即可，但是函数后面括号里面不能为空，需要指定聚合的列名。

我们来看一下窗口函数是聚合函数时，会出来什么结果：

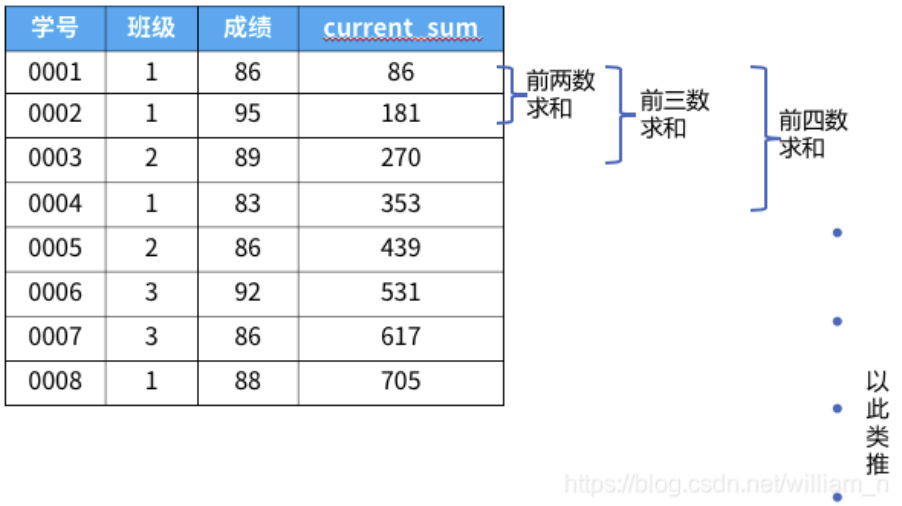
```
select *,

sum(成绩) over (order by 学号) as current_sum,

avg(成绩) over (order by 学号) as current_avg,

count(成绩) over order by 学号) as current_count,

max(成绩) over (order by 学号) as current_max,

min(成绩) over (order by 学号) as current_min

from 班级表;
```

得到结果：

学号	班级	成绩	current_sum	current_avg	current_count	current_max	current_min
0001	1	86	86	86.0000	1	86	86
0002	1	95	181	90.5000	2	95	86
0003	2	89	270	90.0000	3	95	86
0004	1	83	353	88.2500	4	95	83
0005	2	86	439	87.8000	5	95	83
0006	3	92	531	88.5000	6	95	83
0007	3	86	617	88.1429	7	95	83
0008	1	88	705	88.1250	8	95	83

有发现什么吗？单独用sum举个例子：

sum作为窗口函数



如上图，聚合函数sum在窗口函数中，是对自身记录、及位于自身记录以上的数据进行求和的结果。

比如0004号，在使用sum窗口函数后的结果，是对0001，0002，0003，0004号的成绩求和，若是0005号，则结果是0001号~0005号成绩的求和，以此类推。

不仅是sum求和，平均、计数、最大最小值，也是同理，都是针对自身记录、以及自身记录之上的所有数据进行计算，现在再结合刚才得到的结果（下图），是不是理解起来容易多了？

学号	班级	成绩	current_sum	current_avg	current_count	current_max	current_min
0001	1	86	86	86.0000	1	86	86
0002	1	95	181	90.5000	2	95	86
0003	2	89	270	90.0000	3	95	86
0004	1	83	353	88.2500	4	95	83
0005	2	86	439	87.8000	5	95	83
0006	3	92	531	88.5000	6	95	83
0007	3	86	617	88.1429	7	95	83
0008	1	88	705	88.1250	8	95	83

比如0005号后面的聚合窗口函数结果是：学号0001~0005五人成绩的总和、平均、计数及最大最小值。

如果想要知道所有人成绩的总和、平均等聚合结果，看最后一行即可。

> *聚合函数作为窗口函数，可以在每一行的数据里直观的看到，截止到本行数据，统计数据是多少（最大值、最小值等）。同时可以看出每一行数据，对整体统计数据的影响。*

四、注意事项

partition子句可是省略，省略就是不指定分组，结果如下，只是按成绩由高到低进行了排序：

```
select *, rank() over (order by 成绩 desc) as ranking from
班级表
```

得到结果：

学号	班级	成绩	ranking
0002	1	95	1
0006	3	92	2
0003	2	89	3
0008	1	88	4
0001	1	86	5
0005	2	86	5
0007	3	86	5
0004	1	83	8

但是，这就失去了窗口函数的功能，所以一般不要这么使用。

五、总结

1.窗口函数的语法

> *<窗口函数> over (partition by <用于分组的列名> order by <用于排序的列名>)*

<窗口函数>的位置，可以放以下两种函数：

> - *专用窗口函数，比如rank, dense_rank, row_number 等*
> - *聚合函数，如sum. avg, count, max, min 等*

2.窗口函数有以下功能：

> - *同时具有分组（partition by）和 排序（order by）的功能*
> - *不减少原表的行数，所以经常用来在每组内排名*

3.注意事项

> *窗口函数 原则上 只能写在**select**子句中*

4.窗口函数的使用场景

1.业务需求“在每组内排名”，比如：

> *排名问题：每个部门按业绩来排名*
>
> ***topN**问题：找出每个部门排名前**N**的员工进行奖励*

---

2. 窗口函数和普通聚合函数的区别：

①聚合函数是将多条记录聚合为一条；窗口函数是每条记录都会执行，有几条记录执行完还是几条。

> *窗口函数兼具之前我们学过的GROUP BY 子句的分组功能以及ORDER BY 子句的排序功能。但是，PARTITION BY子句并不具备GROUP BY 子句的汇总功能。因此，使用RANK 函数并不会减少原表中 记录的行数，结果中仍然包含8 行数据。*

窗口函数兼具分组和排序两种功能。

②聚合函数也可以用于窗口函数。

原因就在于窗口函数的执行顺序（逻辑上的）是在FROM，JOIN，WHERE，GROUP BY，HAVING之后，在ORDER BY，LIMIT，SELECT DISTINCT之前。它执行时GROUP BY的聚合过程已经完成了，所以不会再产生数据聚合。

注:窗口函数是在where之后执行的，所以如果where子句需要用窗口函数作为条件，需要多一层查询，在子查询外面进行,例如:求30天内后一天比前一天平均时间差

```
**select user_id,avg(diff)
from
(
 select user_id,lead(log_time)over(partition by user_id
order by log_time) -log_time as diff
 from user_log**

**)
where datediff(now(),t.log_time)<=30
group by user_id**
```

作为窗口函数使用的聚合函数

所有的聚合函数都能用作窗口函数，其语法和专用窗口函数完全相同。但大家可能对所能得到的结果还没有一个直观的印象，所以我们还是通过具体的示例来学习。

product_id（商品编号）	product_name（商品名称）	product_type（商品种类）	sale_price（销售单价）	purchase_price（进货单价）	regist_date（登记日期）
0003	运动T恤	衣服	4000	2800	NULL
0004	菜刀	厨房用具	3000	2800	2009-09-20
0005	高压锅	厨房用具	6800	5000	2009-01-15
0006	叉子	厨房用具	500	NULL	2009-09-20
0007	擦菜板	厨房用具	880	790	2008-04-28
0008	圆珠笔	办公用品	100	NULL	2009-11-11

> *SELECT product_id, product_name, sale_price, SUM (sale_price) OVER (ORDER BY product_id) AS current_sum FROM Product;*

执行结果

```
product_id |product_name|  sale_price  | current_sum
----------+------------+--------------+------------
0001       | T恤衫      |         1000 |        1000   ←1000
0002       | 打孔器     |          500 |        1500   ←1000+500
0003       | 运动T恤    |         4000 |        5500   ←1000+500+4000
0004       | 菜刀       |         3000 |        8500   ←1000+500+4000+3000
0005       | 高压锅     |         6800 |       15300          .
0006       | 叉子       |          500 |       15800          .
0007       | 擦菜板     |          880 |       16680          .
0008       | 圆珠笔     |          100 |       16780          .
```


我们得到的并不仅仅是合计值，而是按照ORDER BY 子句指定的product_id 的升序进行排列，计算出商品编号“小于自己”的商品的销售单价的合计值。因此，计算该合计值的逻辑就像金字塔堆积那样，一行一行逐渐添加计算对象。在按照时间序列的顺序，计算各个时间的销售额总额等的时候，通常都会使用这种称为累计的统计方法。使用其他聚合函数时的操作逻辑也和本例相同。例如，使用AVG来代替SELECT 语句中的SUM:

> *SELECT product_id, product_name, sale_price, AVG (sale_price) OVER (ORDER BY product_id) AS current_avg FROM Product;*

执行结果

```
product_id |product_name|  sale_price  |      current_avg
----------+------------+--------------+----------------------
0001       | T恤衫      |         1000 | 1000.0000000000000000 ←(1000)/1
0002       | 打孔器     |          500 |  750.0000000000000000 ←(1000+500)/2
0003       | 运动T恤    |         4000 | 1833.3333333333333333 ←(1000+500+4000)/3
0004       | 菜刀       |         3000 | 2125.0000000000000000 ←(1000+500+4000+3000)/4
0005       | 高压锅     |         6800 | 3060.0000000000000000 ←(1000+500+4000+3000+6800)/5
0006       | 叉子       |          500 | 2633.3333333333333333          .
0007       | 擦菜板     |          880 | 2382.8571428571428571          .
0008       | 圆珠笔     |          100 | 2097.5000000000000000          .
```


从结果中我们可以看到，current_avg 的计算方法确实是计算平均值的方法，但作为统计对象的却只是“排在自己之上”的记录。像这样以“自身记录（当前记录）”作为基准进行统计，就是将聚合函数当作窗口函数使用时的最大特征。

计算移动平均

窗口函数就是将表以窗口为单位进行分割，并在其中进行排序的函数。其实其中还包含在窗口中指定更加详细的汇总范围的备选功能，该备选功能中的汇总范围称为**框架**。

例：指定“最靠近的3行”作为汇总对象

```
SELECT product_id, product_name, sale_price,
   AVG (sale_price) OVER (ORDER BY product_id
                ROWS 2 PRECEDING) AS moving_avg
FROM Product;
```

执行结果（在DB2中执行）

product_id	product_name	sale_price	moving_avg	
0001	T恤衫	1000	1000	←(1000)/1
0002	打孔器	500	750	←(1000+500)/2
0003	运动T恤	4000	1833	←(1000+500+4000)/3
0004	菜刀	3000	2500	←(500+4000+3000)/3
0005	高压锅	6800	4600	←(4000+3000+6800)/3
0006	叉子	500	3433	↓
0007	擦菜板	880	2726	↓
0008	圆珠笔	100	493	↓

- 指定框架（汇总范围）

我们将上述结果与之前的结果进行比较，可以发现商品编号为“0004”的“菜刀”以下的记录和窗口函数的计算结果并不相同。这是因为我们指定了框架，将汇总对象限定为了“最靠近的3 行”。

这里我们使用了**ROWS（“行”）和PRECEDING（“之前”）**两个关键字，将框架指定为“截止到之前~ 行”，因此“ROWS 2 PRECEDING”就是将框架指定为“截止到之前2 行”，也就是将作为汇总对象的记录限 定为如下的“最靠近的3 行”。

> - *自身（当前记录）*
> - *之前1行的记录.*
> - *之前2行的记录*

也就是说，由于框架是根据当前记录来确定的，因此和固定的窗口不同，其范围会随着当前记录的变化而变化。

这样的统计方法称为移动平均（moving average）。由于这种方法在希望实时把握“最近状态”时非常方便，因此常常会应用在对股市趋势的实时跟踪当中。

使用关键字**FOLLOWING（“之后”）替换PRECEDING**，就可以指定“截止到之后~ 行”作为框架了。

将当前记录的前后行作为汇总对象

如果希望将当前记录的前后行作为汇总对象时，就可以同时使PRECEDING（“之前”）和FOLLOWING（“之后”）关键字来实现。

例：将当前记录的前后行作为汇总对象

```
SELECT product_id, product_name, sale_price,
   AVG (sale_price) OVER (ORDER BY product_id
                ROWS BETWEEN 1 PRECEDING AND 1 FOLLOWING) AS
moving_avg
FROM Product;
```

执行结果（在DB2中执行）

product_id	product_name	sale_price	moving_avg	
0001	T恤衫	1000	750	←(1000+500)/2
0002	打孔器	500	1833	←(1000+500+4000)/3
0003	运动T恤	4000	2500	←(500+4000+3000)/3
0004	菜刀	3000	4600	←(4000+3000+6800)/3
0005	高压锅	6800	3433	·
0006	叉子	500	2726	·
0007	擦菜板	880	493	·
0008	圆珠笔	100	490	·

在上述代码中，我们通过指定框架，将“1 PRECEDING”（之前1 行）和“1 FOLLOWING”（之后1 行）的区间作为汇总对象。具体来说，就是将如下3 行作为汇总对象来进行计算：

- 之前 1 行的记录
- 自身（当前记录）
- 之后 1 行的记录

3.（面试考点）序号函数:row_number(),rank(),dense_rank()的区别

ROW_NUMBER():顺序排序——1、2、3

RANK():并列排序，跳过重复序号——1、1、3

DENSE_RANK():并列排序，不跳过重复序号——1、1、2

4.分布函数:percent_rank(),cume_dist()

percent_rank():

每行按照公式(rank-1) / (rows-1)进行计算。其中，rank为RANK()函数产生的序号，rows为当前窗口的记录总行数

```
--给窗口指定别名：WINDOW w AS (PARTITION BY stu_id ORDER BY score) rows = 5
mysql> SELECT
    -> RANK() OVER w AS rk,
    -> PERCENT_RANK() OVER w AS prk,
    -> stu_id, lesson_id, score
    -> FROM t_score
    -> WHERE stu_id = 1
    -> WINDOW w AS (PARTITION BY stu_id ORDER BY score)
    -> ;
+----+------+--------+-----------+-------+
| rk | prk  | stu_id | lesson_id | score |
+----+------+--------+-----------+-------+
|  1 |    0 |      1 | L003      |    79 |
|  2 | 0.25 |      1 | L002      |    86 |
|  3 |  0.5 |      1 | L004      |    88 |
|  4 | 0.75 |      1 | L005      |    98 |
|  4 | 0.75 |      1 | L001      |    98 |
+----+------+--------+-----------+-------+
```

cume_dist():

分组内小于、等于当前rank值的行数 / 分组内总行数 eg:查询小于等于当前成绩（score）的比例

```
--cd1：没有分区，则所有数据均为一组，总行数为8
--cd2：按照lesson_id分成了两组，行数各为4
mysql> SELECT stu_id, lesson_id, score,
    -> CUME_DIST() OVER (ORDER BY score) AS cd1,
    -> CUME_DIST() OVER (PARTITION BY lesson_id ORDER BY score) AS cd2
    -> FROM t_score
    -> WHERE lesson_id IN ('L001','L002')
    -> ;
+--------+-----------+-------+-------+------+
| stu_id | lesson_id | score | cd1   | cd2  |
+--------+-----------+-------+-------+------+
|      2 | L001      |    84 | 0.125 | 0.25 |
|      1 | L001      |    98 |  0.75 |  0.5 |
|      4 | L001      |    99 | 0.875 | 0.75 |
|      3 | L001      |   100 |     1 |    1 |
|      1 | L002      |    86 |  0.25 | 0.25 |
|      4 | L002      |    88 | 0.375 |  0.5 |
|      2 | L002      |    90 |   0.5 | 0.75 |
|      3 | L002      |    91 | 0.625 |    1 |
+--------+-----------+-------+-------+------+
```

5.前后函数:lag(expr,n),lead(expr,n)

用途：返回位于当前行的前n行（LAG(expr,n)）或后n行（LEAD(expr,n)）的expr的值

应用场景：查询前1名同学的成绩和当前同学成绩的差值

```
mysql> SELECT stu_id, lesson_id, score, pre_score,
    -> score-pre_score AS diff
    -> FROM(
    ->     SELECT stu_id, lesson_id, score,
    ->     LAG(score,1) OVER w AS pre_score
    ->     FROM t_score
    ->     WHERE lesson_id IN ('L001','L002')
    ->     WINDOW w AS (PARTITION BY lesson_id ORDER BY score)) t
    -> ;
+--------+-----------+-------+-----------+------+
| stu_id | lesson_id | score | pre_score | diff |
+--------+-----------+-------+-----------+------+
|      2 | L001      |    84 |      NULL | NULL |
|      1 | L001      |    98 |        84 |   14 |
|      4 | L001      |    99 |        98 |    1 |
|      3 | L001      |   100 |        99 |    1 |
|      1 | L002      |    86 |      NULL | NULL |
|      4 | L002      |    88 |        86 |    2 |
|      2 | L002      |    90 |        88 |    2 |
|      3 | L002      |    91 |        90 |    1 |
+--------+-----------+-------+-----------+------+
```

6.头尾函数：FIRST_VALUE(expr),LAST_VALUE(expr)

用途：返回第一个（FIRST_VALUE(expr)）或最后一个（LAST_VALUE(expr)）expr的值

应用场景：截止到当前成绩，按照日期排序查询第1个和最后1个同学的分数

```
mysql> SELECT stu_id, lesson_id, score, create_time,
    -> FIRST_VALUE(score) OVER w AS first_score,
    -> LAST_VALUE(score) OVER w AS last_score
    -> FROM t_score
    -> WHERE lesson_id IN ('L001','L002')
    -> WINDOW w AS (PARTITION BY lesson_id ORDER BY create_time)
    -> ;
+--------+-----------+-------+-------------+-------------+------------+
| stu_id | lesson_id | score | create_time | first_score | last_score |
+--------+-----------+-------+-------------+-------------+------------+
|      3 | L001      |   100 | 2018-08-07  |         100 |        100 |
|      1 | L001      |    98 | 2018-08-08  |         100 |         98 |
|      2 | L001      |    84 | 2018-08-09  |         100 |         99 |
|      4 | L001      |    99 | 2018-08-09  |         100 |         99 |
|      3 | L002      |    91 | 2018-08-07  |          91 |         91 |
|      1 | L002      |    86 | 2018-08-08  |          91 |         86 |
|      2 | L002      |    90 | 2018-08-09  |          91 |         90 |
|      4 | L002      |    88 | 2018-08-10  |          91 |         88 |
+--------+-----------+-------+-------------+-------------+------------+
```

面试题

1.用户行为分析

表1——用户行为表tracking_log，大概字段有（user_id‘用户编号’,opr_id‘操作编号’,log_time‘操作时间’）如下所示：

user_id	opr_id	log_time
001	A	2020-01-01 12:01:44
001	B	2020-01-01 12:02:44
002	C	2020-02-01 11:01:44
002	A	2020-02-03 12:02:44

问题：

1.统计每天符合以下条件的用户数：A操作之后是B操作，AB操作必须相邻

> *分析:*
>
> *1.统计每天，所以需要按天分组统计求和*
>
> *2.A操作之后是B，且AB操作必须相邻，那就涉及一个前后问题，所以想到用窗口函数中的lag()或lead()。*

解答：

```
select date,count(*)
from(
 select user_id
 from(
 select user_id,convert(log_time,date) date,opr_id
f,lag(opr_id,1) over(partition by
user_id,convert(log_time,date) order by log_time) l
 from tracking_log
 ) a
 where f='A' and l='B'
 ) b
group by date;
```

2.统计用户行为序列为A-B-D的用户数,其中:A-B之间可以有任何其他浏览记录(如C,E等),B-D之间除了C记录可以有任何其他浏览记录(如A,E等)

```
select count(*)
from(
        select user_id,droup_concat(opr_id) ubp
        from tracking_log
        group by user_id
        ) a
where ubp like '%A%B%D%' and ubp not like '%A%B%C%D%'
```

学生成绩分析

表：Enrollments

```
±-------------±--------+
| Column Name | Type |
±-------------±--------+
| student_id  | int |
| course_id   | int |
| grade       | int |
±-------------±--------+
(student_id, course_id) 是该表的主键。
```

student_id	course_id	grade
001	1	60
001	2	75
002	2	33
002	3	97

1.查询每位学生获得的**最高成绩**和它**所对应的科目**，若科目成绩并列，取 course_id 最小的一门。查询结果需按 student_id 增序进行排序。

> *分析：因为需要最高成绩和所对应的科目，所以可采用窗口函数排序分组取第一个*

按每位学生的成绩排名

```
SELECT student_id,course_id,grade
       RANK_NUMBR() OVER (PARTITION BY student_id order by
grade DESC) as Rank
FROM Enrollments
ORDER BY Rank, course_id
```

取其中最高的成绩

```
SELECT student_id,course_id,grade
FROM (SELECT student_id,course_id,grade
      RANK_NUMBR() OVER (PARTITION BY student_id order by
grade DESC) as Rank
      FROM Enrollments
      ORDER BY Rank, course_id) as A
where A.Rank = 1
order by student_id
```

解法2：IN 解法
先取最大成绩

```
SELECT student_id,max(grade)
FROM Enrollments
GROUP BY student_id
```

然后取成绩在最大成绩之中的学生的最小课程号的课程

```
select student_id,min(course_id)
from Enrollments
where (student_id,grade) in (
                        select student_id,max(grade)
                        from Enrollments
                        group by student_id)
group by student_id
order by student_id;
```

2.查询每一科目成绩最高和最低分数的学生,输出course_id,student_id,score
我们可以按科目查找成绩最高的同学和最低分的同学，然后利用union连接起来

```
select c_id,s_id
from(
        select *,row_number() over(partition by c_id order
by s_score desc) r
        from score
        ) a
where r=1
union
select c_id,s_id
from(
        select *,row_number() over(partition by c_id order
by s_score) r
        from score
        ) a
where r=1;
```

解法2：case-when

```
select c_id,
       max(case when r1=1 then s_id else null end) '最高分
学生',
             max(case when r2=1 then s_id else null end)
'最低分学生'
from(
        select *,row_number() over(partition by c_id order
by s_score desc) r1,
               row_number() over(partition by c_id order
by s_score) r2
        from score
        ) a
group by c_id;
```