Язык SQL

SQL

- *Structured Query Language* — (структурированный язык запросов) — универсальный язык, применяемый для создания, модификации и управления данными в реляционных базах данных
- SQL основывается на исчислении кортежей, но включает также некоторые элементы исчисления доменов и реляционной алгебры, а также дополнительные расширяющие возможности
- Целью разработки было создание простого непроцедурного языка, которым мог воспользоваться любой пользователь, даже не имеющий навыков программирования

История создания

- 70-е годы язык SEQUEL (для СУБД IBM System R)
- 1979 год SQL (Oracle V2 для VAX)
- 1986 году первый стандарт языка SQL был принят ANSI
- Наиболее существенные изменения в стандарте, принятом в 2011 году (SQL:2011), с небольшими модификациями для поддержки JSON (SQL:2016)
- В июле 2023 официально принята 6 редакция стандарта (SQL:2023). Добавлена поддержка Property Graph Queries (SQL/PGQ)

Достоинства/ недостатки

- С помощью SQL описывается только то, какие данные нужно извлечь или модифицировать. То, каким образом это сделать, решает СУБД непосредственно при обработке SQL-запроса
- Несмотря на наличие диалектов и различий в синтаксисе, в большинстве своём тексты SQL-запросов, могут быть достаточно легко перенесены из одной СУБД в другую
- Неполное соответствие реляционной модели (повторяющиеся строки, NULL-значения и пр.)
- Сложность
- Отступление в реализациях от стандарта
- Проблемы при работе с иерархическими данными

Язык SQL

Язык SQL представляет собой совокупность

- операторов
- инструкций
- функций

Операторы

- операторы определения данных (*Data Definition Language, DDL*)
- операторы манипулирования данными (*Data Manipulation Language, DML*)
- операторы определения доступа к данным (*Data Control Language, DCL*)
- операторы управления транзакциями (*Transaction Control Language, TCL*)

Операторы DDL

- Позволяют работать с метаданными (схемой БД)
  - CREATE создает объект БД
  - ALTER изменяет объект
  - DROP удаляет объект

Операторы DML

- Позволяют управлять данными в БД
  - SELECT выбор данных из таблиц (создание новой таблицы как результата суперпозиции реляционных операций)
  - INSERT добавление новых данных
  - UPDATE изменение существующих данных
  - DELETE удаление данных

Операторы DCL

- Определяют права доступа пользователей к данным
  - GRANT предоставляет разрешения на определенные операции с объектом
  - REVOKE отзывает ранее выданные разрешения

Операторы TCL

- обеспечивают управление транзакциями
  - COMMIT зафиксировать изменения, выполненные транзакцией
  - ROLLBACK откатить все изменения, сделанные в контексте текущей транзакции
  - SAVEPOINT разделить транзакцию на более мелкие участки
  - SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL установить необходимый уровень изолированности для транзакции

Инструкции и функции

- Встроенные функции
- Используются при реализации процедурных расширений SQL
  - Хранимые процедуры
  - Триггеры
  - Функции, блоки, пакеты и пр.

DML в Firebird

Из документации Firebird

```
[WITH [RECURSIVE] <cte> [, <cte> ...]]
SELECT
  [FIRST m] [SKIP n]
  [DISTINCT | ALL] <columns>
FROM
  source [[AS] alias]
  [<joins>]
[WHERE <condition>]
[GROUP BY <grouping-list>
[HAVING <aggregate-condition>]]
[PLAN <plan-expr>]
[UNION [DISTINCT | ALL] <other-select>]
[ORDER BY <ordering-list>]
[    {ROWS m [TO n]}
  | {[OFFSET n {ROW | ROWS}]
     [FETCH {FIRST | NEXT} [m] {ROW | ROWS} ONLY]}
]
[FOR UPDATE [OF <columns>]]
[WITH LOCK]
[INTO <variables>]

<variables> ::= [:]varname [, [:]varname ...]
```

SELECT

```
SELECT
  [FIRST m] [SKIP n]    [DISTINCT | ALL] <columns>
FROM
  source [[AS] alias]
  [<joins>]
 [WHERE <condition>]
 [GROUP BY <grouping-list>
          [HAVING <aggregate-condition>]]
 [UNION [DISTINCT | ALL] <other-select>]
 [ORDER BY <ordering-list>]
 [ROWS m [TO n]]
```

Объем выборки

[FIRST (m)] [SKIP (n)]

имеет смысл только для запросов с упорядочением результата (order by)

не соответствует стандарту, рекомендуется заменять на ROWS

[ROWS m [TO n]]

В некоторых СУБД – limit(n)

Структура таблицы – результата

- Определение заголовка таблицы-результата
  - Столбцы из таблиц, участвующих в запросе и вычисляемые столбцы

    select *a1, '--', a1+a2*0.5*,. . .

  - Для однозначности имя столбца может уточняться именем таблицы или алиасом (псевдонимом). Недопустимо смешивать алиас и имя таблицы

    select *tabl1.a1* from tabl1;
    select *t.a1* from tabl1 t;

Структура таблицы – результата

- DISTINCT - приведение результата к реляционной модели, альтернатива ALL
- включить в результат все столбцы

```
select  *
```

допустимо уточнение имени

```
select  tabl1.*  from tabl1;
select  t.*  from tabl1 t;
```

- Для любого столбца допустима операция переименования

```
select  a1  as  SALARY,      '=' ,
        a1+a2*0.5  as TOTAL,. . .
```

Вычисляемые столбцы

- Допустимо использование арифметических операций
- Для строковых типов определена операция конкатенации ||
- Могут использоваться встроенные функции (реализуются сервером) и внешние функции пользователя (подключаются)
- Функции
  - CAST(<значение> AS <тип данных>)
  - EXTRACT (<часть> FROM <поле>)
  - SUBSTRING (<строка>FROM<позиция> [FOR <длина>])
  - UPPER(<строка>)
  - LOWER(<строка>)
  - CHAR_LENGTH(<строка>)
  - BYTE_LENGTH(<строка>)

Вычисляемые столбцы

- Функции
  - TRIM(<строка>)
  - GEN_ID(<генератор>,<шаг>)
  - IIF (<условие>, результат1, результат2)
  - NULLIF(<выражение 1>,<выражение 2>)
  - COALESCE(<выражение 1>{,<выражение 2>
    [,..<выражение n>]})
- агрегатные функции (особые правила использования)
  - SUM(),AVG()
  - MAX(),MIN(),
  - COUNT()
  - LIST()

Вычисляемые столбцы

- Возможно вычисление по условию

CASE {<*выражение 1*>|<*пустое предложение*>}
  WHEN {{NULL|<*значение 1*>}|<*предикат поиска*>}
            THEN {<*результат 1*>|NULL}
   WHEN . . .THEN {<*результат 2*>|NULL}
   [WHEN . . .THEN {<*результат n*>|NULL}]
   [ELSE {<*результат n+1*>|NULL}]
END

Вычисляемые столбцы

- Системные функции и контекстные значения
  - CURRENT_DATE
  - CURRENT_TIME
  - CURRENT_USER
  - ' NOW '
  - ' TODAY `
  - ' YESTERDAY '
  - ' TOMORROW '
  - . . .

требуют преобразования типа

Вычисляемые столбцы

- При вычислениях учитывается влияние Null-значений :
  если один из операндов Null,
  то и результат - Null
- В агрегатных функциях поля с Null –значением не учитываются

Предложение FROM

- Определяет таблицы – операнды

```
FROM <source>
 [<joins>]
 [...]

<source> ::= {  <table>     | <view>
   | <selectable-stored-procedure [(args)]>
   | <derived-table>
   | <common-table-expression>
} [[AS] <alias>]
```

Соединение таблиц

- Соединение по условию
  from TABL1 [<алиас>]
  [[*inner*] | [*outer*] *left* | *right* | *full*]
  JOIN
  TABL2 [<алиас>] on <*θ-условие*>

θ-условие определяет условие сопоставления кортежей таблиц при соединении

Чаще всего – это условие равенства значений сопоставимых атрибутов (эквисоединение)

Соединение таблиц

- Эквисоединение

```
select D.department, E.full_name
  from department D
       join employee E
  on  D.mngr_no=E.emp_no
```

Соединение таблиц

- Эквисоединение для столбцов с одинаковыми именами

```
SELECT  *
FROM employee E
      JOIN job D
   ON E.job_code = D.job_code and E.job_grade=D.job_grade
                              and E.job_country = D.job_country

SELECT *
FROM employee E
      JOIN job D USING (job_code, job_grade, job_country )
```

Соединение таблиц

- Естественное соединение (с версии 2.1)

  from TABL1 *natural join* TABL2

Соединение устанавливается по одноименным атрибутам путем сравнения их значений на равенство

Не рекомендуется использовать!

```
SELECT *
FROM employee E  NATURAL JOIN job D
```

- Декартово произведение

  from TABL1 {*cross join* | , }TABL2

Не рекомендуется использовать!

Соединение (inner/outer)

```
select  full_name, department
   from employee
            join department
  using (dept_no)
```

T1

NT1	CODE1
1	c1
1	c2
2	c3

T2

NT2	CODE2
1	c4
3	c5

T1 [inner] join T2 on NT1=NT2

NT1	CODE1	NT2	CODE2
1	c1	1	c4
1	c2	1	c4

Соединение (inner/outer)

```
select country, job_title
  from country C
          left join job  J
   on  C.country=J.job_country
   where J.job_country is null
```

```
select department, full_name
  from department D
           left join employee E
  on  D.mngr_no=E.emp_no
  where D.mngr_no is null
```

T1

NT1	CODE1
1	c1
1	c2
2	c3

T2

NT2	CODE2
1	c4
3	c5

T1 [outer] left join T2 on NT1=NT2

NT1	CODE1	NT2	CODE2
1	c1	1	c4
1	c2	1	c4
2	c3	null	null

T1 right join T2 on NT1=NT2

NT1	CODE1	NT2	CODE2
1	c1	1	c4
1	c2	1	c4
null	null	3	c5

Соединение (inner/outer)

T1

NT1	CODE1
1	c1
1	c2
2	c3

T2

NT2	CODE2
1	c4
3	c5

T1 full join T2 on NT1=NT2

NT1	CODE1	NT2	CODE2
1	c1	1	c4
1	c2	1	c4
2	c3	null	null
null	null	3	c5

Несколько соединений с одной таблицей

```
select *
from employee A join
        department D on (A.dept_no=D.dept_no)
        join employee B on (B.emp_no = D.mngr_no)
```

Нет сотрудников из отделов, у которых нет руководителя

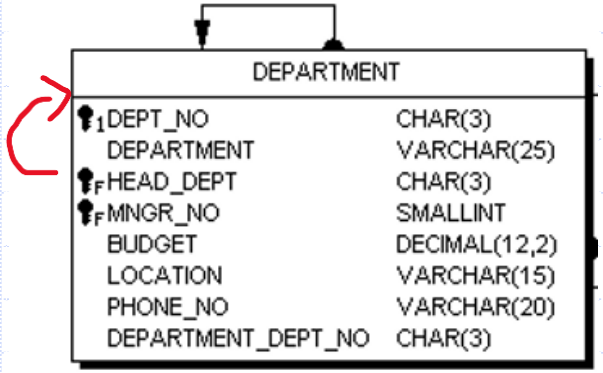
```
mngr_no IS NULL
```

Чтобы увидеть всех сотрудников

```
select *
from employee A join
      department D on (A.dept_no=D.dept_no)
   left join employee B on (B.emp_no = D.mngr_no)
```

Соединение таблицы с самой собой

```
select  A.department as HEAD,
        B.department as BRANCH
from department A join
     department  B on (A.dept_no = B.head_dept)
```



Предложение WHERE

WHERE < θ- *условие отбора строк*>

Условие представляет собой предикат, в который подставляются значения атрибутов из получаемого кортежа

Реализует реляционную операцию селекции

При записи предиката можно использовать :

- операции сравнения (=, <>, >, < . . .)
- логические операции NOT, AND, OR
- специальные предикаты
- функции

Предикаты

- IS NULL
- IS NOT NULL
- BETWEEN … AND…
- CONTAINING
- IN (…)
- LIKE ' шаблон с символами % и _ '
- STARTING WITH
- Предикаты существования (EXISTS, ALL, ANY, SINGULAR)
- . . .

Группировка

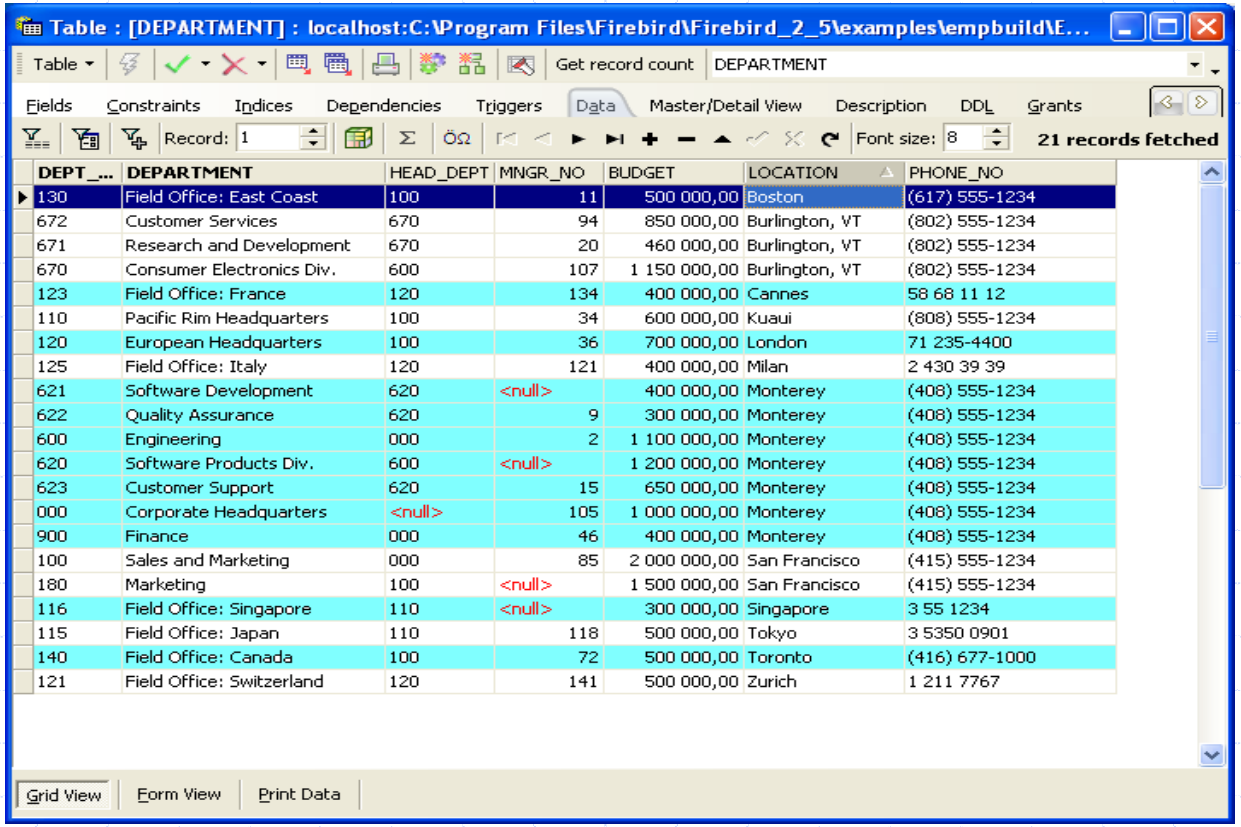
GROUP BY <*список столбцов для группировки*>
[HAVING < *θ- условие отбора групп*>]

Используется для получения общей информации по группе кортежей, имеющих одинаковые значения одного или нескольких атрибутов

Столбец или группа столбцов, указанные в предложении GROUP BY, называются элементами группировки

HAVING задает условие выбора для групп

group by location



DEPT_...	DEPARTMENT	HEAD_DEPT	MNGR_NO	BUDGET	LOCATION	PHONE_NO
130	Field Office: East Coast	100	11	500 000,00	Boston	(617) 555-1234
672	Customer Services	670	94	850 000,00	Burlington, VT	(802) 555-1234
671	Research and Development	670	20	460 000,00	Burlington, VT	(802) 555-1234
670	Consumer Electronics Div.	600	107	1 150 000,00	Burlington, VT	(802) 555-1234
123	Field Office: France	120	134	400 000,00	Cannes	58 68 11 12
110	Pacific Rim Headquarters	100	34	600 000,00	Kuaui	(808) 555-1234
120	European Headquarters	100	36	700 000,00	London	71 235-4400
125	Field Office: Italy	120	121	400 000,00	Milan	2 430 39 39
621	Software Development	620	<null>	400 000,00	Monterey	(408) 555-1234
622	Quality Assurance	620	9	300 000,00	Monterey	(408) 555-1234
600	Engineering	000	2	1 100 000,00	Monterey	(408) 555-1234
620	Software Products Div.	600	<null>	1 200 000,00	Monterey	(408) 555-1234
623	Customer Support	620	15	650 000,00	Monterey	(408) 555-1234
000	Corporate Headquarters	<null>	105	1 000 000,00	Monterey	(408) 555-1234
900	Finance	000	46	400 000,00	Monterey	(408) 555-1234
100	Sales and Marketing	000	85	2 000 000,00	San Francisco	(415) 555-1234
180	Marketing	100	<null>	1 500 000,00	San Francisco	(415) 555-1234
116	Field Office: Singapore	110	<null>	300 000,00	Singapore	3 55 1234
115	Field Office: Japan	110	118	500 000,00	Tokyo	3 5350 0901
140	Field Office: Canada	100	72	500 000,00	Toronto	(416) 677-1000
121	Field Office: Switzerland	120	141	500 000,00	Zurich	1 211 7767

```
select location, sum(budget)
    from department
    group by location
```

LOCATION	SUM
Boston	500 000,00
Burlington, VT	2 460 000,00
Cannes	400 000,00
Kuaui	600 000,00
London	700 000,00
Milan	400 000,00
Monterey	5 050 000,00
San Francisco	3 500 000,00
Singapore	300 000,00
Tokyo	500 000,00
Toronto	500 000,00
Zurich	500 000,00

- В списке группировки можно использовать
  - столбцы таблицы
  - выражения, вычисляемые на основе значений в столбцах таблицы
  - алиасы столбцов из списка в предложении select (с версии 2.1)
  - их порядковые номера (с версии 2.1) – *противоречит реляционной модели!!!*
- ограничение:
  - столбцами таблицы, формируемой оператором SELECT, могут быть или *элементы группировки*, или *константы*, или *выражения с использованием агрегатных функций для столбцов, не являющихся элементами группировки*

Агрегатные функции

- SUM(<столбец>)
- AVG(<столбец>)
- MAX (<столбец>)
- MIN(<столбец>)
- COUNT(*) или COUNT(<столбец>)
  или COUNT(DISTINCT <столбец>)
- LIST (<столбец> [,<разделитель>])

- не учитывают NULL, если в столбце есть значения, отличные от NULL
- можно использовать при описании условий на группу

Count

```
select   location,
         count(*),
         count(head_dept),
         count(distinct head_dept)
from department
group by location
```

LOCATION	COUNT	COUNT1	COUNT2
Boston	1	1	1
Burlington, VT	3	3	2
Cannes	1	1	1
Kuaui	1	1	1
London	1	1	1
Milan	1	1	1
Monterey	7	6	3
San Francisco	2	2	2
Singapore	1	1	1
Tokyo	1	1	1
Toronto	1	1	1
Zurich	1	1	1

Агрегатные функции

- Агрегатные функции используются при описании условия на группу

```
SELECT PROJ_ID,
          SUM (PROJECTED_BUDGET) AS TOTAL_BUDGET
   FROM    PROJ_DEPT_BUDGET
       WHERE  FISCAL_YEAR=1994
   GROUP BY     PROJ_ID
          HAVING   SUM (PROJECTED_BUDGET)>100000;
```

Агрегатные функции

```
select   location,
         count(distinct head_dept)
  from department
  group by location
         having count(distinct head_dept)>1
```

Объединение

<оператор select>

UNION [ALL | DISTINCT]

<оператор select>

Оператор UNION используется для объединения результатов двух или более операторов SELECT, результаты которых должны быть *совместимы для объединения* (количество, порядок и типы соответствующих столбцов должны совпадать)

Результат объединения – множество без повторений

Сортировка

ORDER BY <*список сортировки*>
[ASC[ENDING] | DESC[ENDING]]
[NULLS {FIRST|LAST}]

Сортировка позволяет задать упорядоченность кортежей в таблице-результате

список сортировки может содержать имена столбцов, выражения, алиасы (2.0) и порядковые номера столбцов (2.0)