

Реляционное исчисление

СЛУЖАЩИЕ {СЛУ_Н, СЛУ_ИМЯ, СЛУ_ЗАРП, ПРО_Н}

ПРОЕКТЫ {ПРО_Н, ПРО_РУК_Н, ПРО_ЗАРП}

Получить имена и номера служащих, которые являются руководителями проектов со средней заработной платой, превышающей 100000.

Выражение реляционной алгебры:

```
((СЛУЖАЩИЕ JOIN ПРОЕКТЫ WHERE (СЛУ_Н=ПРО_РУК_Н))  
  WHERE (ПРО_ЗАРП > 100000))  
  ПРОЕКТ (СЛУ_ИМЯ, СЛУ_Н)
```

- выполнить эквисоединение СЛУЖАЩИЕ и ПРОЕКТЫ по условию СЛУ_Н = ПРО_РУК_Н;
- ограничить полученное отношение по условию ПРО_ЗАРП > 100000;
- спроецировать результат на атрибуты СЛУ_ИМЯ, СЛУ_Н.

Пример формулы реляционного исчисления:

RANGE СЛУ IS СЛУЖАЩИЕ

RANGE ПРО IS ПРОЕКТЫ

СЛУ.СЛУ_ИМЯ, СЛУ.СЛУ_Н WHERE

EXISTS ПРО (СЛУ.СЛУ_Н=ПРО.ПРО_РУК_Н AND ПРО.ПРО_ЗАРП > 100000)

- выдать значения СЛУ_ИМЯ и СЛУ_Н для каждого кортежа служащих такого, что существует кортеж проектов со значением ПРО_РУК_Н, совпадающим со значением СЛУ_Н этого кортежа служащих, и значением ПРО_ЗАРП, большим 100000.

Алгебраическая формулировка является **процедурной**, она задает последовательность действий для выполнения запроса,

Логическая формулировка является описательной (или **декларативной**), она описывает свойства желаемого результата.

Исчисление кортежей

Кортежная переменная

RANGE ИМЯ_ПЕРЕМЕННОЙ **IS** ИМЯ_ОТНОШЕНИЯ

Пример: RANGE СЛУЖАЩИЙ IS СЛУЖАЩИЕ

СЛУЖАЩИЙ.СЛУ_ИМЯ – текущее значение атрибута СЛУ_ИМЯ переменной СЛУЖАЩИЙ.

Правильно построенная формула (Well-Formed Formula, **WFF**)

выражение составленное из «**простых условий**» и логических операторов

«**Простое условие**» - операции сравнения значений атрибутов переменных и/или литерально заданных констант операциями = != < > <= >=

Пример: СЛУЖАЩИЙ.СЛУ_НОМ = 34

СЛУЖАЩИЙ.СЛУ_НОМ != ПРОЕКТ.ПРОЕКТ_РУК

Логические операции:

NOT, AND, OR и **IF ... THEN** (импликация : IF a THEN b = NOT a OR b)

Приоритет операций:

NOT > AND > OR > IF ... THEN

Если form – WFF, а comp – простое сравнение, то

(NOT form), (comp AND form), (comp OR form) и (IF comp THEN form) - являются WFF.

Пример WFF для отношения СЛУЖАЩИЕ:

СЛУЖАЩИЕ

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N
34	Иванов	22000	1
35	Петров	30000	1
36	Сидоров	18000	1
34	Иванов	22000	2
35	Петров	30000	2
37	Федоров	20000	2

RANGE СЛУЖАЩИЙ IS СЛУЖАЩИЕ

WFF : IF (СЛУЖАЩИЙ.СЛУ_ИМЯ = 'Иванов') THEN (СЛУЖАЩИЙ.ПРО_N = 1)

Область истинности WFF:

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N
34	Иванов	22000	1
35	Петров	30000	1
36	Сидоров	18000	1
35	Петров	30000	2
37	Федоров	20000	2

== СЛУЖАЩИЕ WHERE (NOT (СЛУЖАЩИЙ.СЛУ_ИМЯ == 'Иванов') OR (СЛУЖАЩИЙ.ПРО_N == 1))

Пример WFF двух отношений: СЛУЖАЩИЕ и ПРОЕКТЫ:

СЛУЖАЩИЕ

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N
34	Иванов	22000	1
35	Петров	30000	1
36	Сидоров	18000	1
34	Иванов	22000	2
35	Петров	30000	2
37	Федоров	20000	2

ПРОЕКТЫ

ПРО N	ПРО РУК
1	Иванов
2	Федоров

RANGE СЛУЖАЩИЙ IS СЛУЖАЩИЕ

RANGE ПРОЕКТ IS ПРОЕКТЫ

СЛУЖАЩИЙ.СЛУ_ИМЯ = ПРОЕКТ.ПРО_РУК

Эта формула будет принимать значение true для следующих ПАР значений кортежных переменных СЛУЖАЩИЙ и ПРОЕКТ:

СЛУЖАЩИЙ				ПРОЕКТ	
СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N	ПРО N	ПРО РУК
34	Иванов	22000	1	1	Иванов
34	Иванов	22000	2	1	Иванов
37	Федоров	20000	2	2	Федоров

Возможный способ реализации - метод вложенных циклов – Nested Loops Join (наиболее общий, но в большинстве случаев неоптимальный способ).

Областью истинности WFF должно быть отношение
для работы с атрибутами можно использовать точечную нотацию

СЛУЖАЩИЙ. СЛУ_N	СЛУЖАЩИЙ. СЛУ_ИМЯ	СЛУЖАЩИЙ. СЛУ_ЗАРП	СЛУЖАЩИЙ. ПРО_N	ПРОЕКТ. ПРО_N	ПРОЕКТ. ПРО_РУК
34	Иванов	22000	1	1	Иванов
34	Иванов	22000	2	1	Иванов
37	Федоров	20000	2	2	Федоров

область истинности == СЛУЖАЩИЕ **JOIN** ПРОЕКТЫ WHERE СЛУ_ИМЯ = ПРОЕКТ_РУК
(с учетом особенности именования атрибутов результирующего отношения).

Если WFF двух переменных всегда истина, например:
(СЛУЖАЩИЙ.СЛУ_ИМЯ = СЛУЖАЩИЙ.СЛУ_ИМЯ) AND (ПРОЕКТ.ПРО_РУК = ПРОЕКТ.ПРО_РУК))
область истинности == СЛУЖАЩИЙ **TIMES** ПРОЕКТ.

Квантор существования (EXISTS) Квантор всеобщности (FORALL)

Если $form$ – это WFF, в которой участвует переменная var , то конструкции **EXISTS var ($form$)** и **FORALL var ($form$)** тоже представляют собой WFF.

$(\text{EXISTS } var (form)) == \text{TRUE} : \exists tr(var): form(tr) == \text{TRUE}$
 $(\text{FORALL } var (form)) == \text{TRUE} : \forall tr(var): form(tr) == \text{TRUE}$

Свободные и связанные переменные в WFF

Все переменные, входящие в WFF, при построении которой не использовались кванторы, являются **свободными**.

Если имя переменной использовано сразу после квантора при построении WFF вида **EXISTS var ($form$)** или **FORALL var ($form$)**, то в этой WFF и во всех вложенных WFF, построенных с ее участием, var является **связанной переменной**.

Только свободные переменные образуют область истинности WFF.

Связанная переменная не видна за пределами связавшего ее квантора.

При вычислении значения связывающей WFF используется не одно значение связанной переменной, а вся область ее определения.

Примеры использования квантора EXIST

RANGE СЛУ1 IS СЛУЖАЩИЕ

RANGE СЛУ2 IS СЛУЖАЩИЕ

СЛУЖАЩИЕ

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N
34	Иванов	22000	1
35	Петров	30000	1
36	Сидоров	18000	1
34	Иванов	22000	2
35	Петров	30000	2
37	Федоров	20000	2

EXISTS СЛУ2 (СЛУ1.СЛУ ЗАРП > СЛУ2.СЛУ ЗАРП)

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N
34	Иванов	22000	1
35	Петров	30000	1
34	Иванов	22000	2
35	Петров	30000	2
37	Федоров	20000	2

область истинности == все служащие, получающие не минимальную зарплату.

Примеры использования квантора FORALL

RANGE СЛУ1 IS СЛУЖАЩИЕ
RANGE СЛУ2 IS СЛУЖАЩИЕ

СЛУЖАЩИЕ

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N
34	Иванов	22000	1
35	Петров	30000	1
36	Сидоров	18000	1
34	Иванов	22000	2
35	Петров	30000	2
37	Федоров	20000	2

FORALL СЛУ2 (СЛУ1.СЛУ ЗАРП >= СЛУ2.СЛУ ЗАРП)

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N
35	Петров	30000	1
35	Петров	30000	2

область истинности == все служащие, получающие максимальную зарплату.

Свободные и связанные **вхождения переменных**

Если переменная var является связанной в WFF form, то во всех WFF, включающих form, вне form может использоваться вхождение того же имени переменной var, которое может быть свободным или связанным, но в любом случае не имеет никакого отношения к вхождению переменной var в WFF form.

Пример WFF использующей повторное вхождение связанной переменной:

EXISTS СЛУ2 (СЛУ1.ПРО_НОМ = СЛУ2.ПРО_НОМ AND СЛУ1.СЛУ_НОМЕР != СЛУ2.СЛУ_НОМЕР)
AND FORALL СЛУ2 (IF СЛУ1.ПРО_НОМ = СЛУ2.ПРО_НОМ THEN СЛУ1.СЛУ_ЗАРП = СЛУ2.СЛУ_ЗАРП)

область истинности == служащие всех проектов с числом участников больше 1-ого и получающие в каждом проекте одинаковую зарплату

Целевой список (target list)

Список, определяющий подмножество результирующих атрибутов WFF, состоящий из элементов следующего вида:

- `var.attr`, где `var` – имя свободной переменной соответствующей WFF, а `attr` – имя атрибута отношения, на котором определена переменная `var`;
- `var`, что эквивалентно наличию подписка `var.attr1, var.attr2, ..., var.attrn`, где `{attr1, attr2, ..., attrn}` имена всех атрибутов переменной;
- `new_name = var.attr`; `new_name` – новое имя атрибута `attr` переменной `var`.

Выражение реляционного исчисления

Конструкция вида: **target_list WHERE WFF**

Результат - отношение, тело которого определяется WFF, а схема – целевым списком.

Пример: СЛУЖАЩИЕ DIVIDE BY ПРОЕКТЫ

RANGE СЛУ1, СЛУ2 **IS** СЛУЖАЩИЕ

RANGE ПРОЕКТ **IS** ПРОЕКТЫ

СЛУ1.СЛУ_Н, СЛУ1.СЛУ_ИМЯ, СЛУ1.СЛУ_ЗАРП

WHERE FORALL ПРОЕКТ **EXISTS** СЛУ2

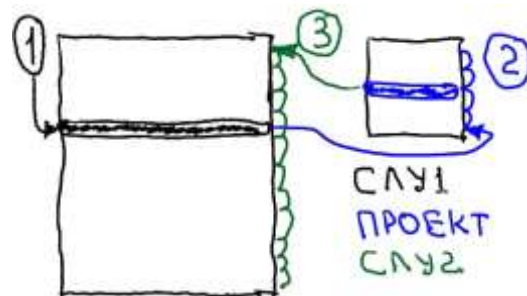
(СЛУ1.СЛУ_Н = СЛУ2.СЛУ_Н AND СЛУ2.ПРО_Н = ПРОЕКТ.ПРО_Н)

СЛУЖАЩИЕ

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП	ПРО N
34	Иванов	22000	1
35	Петров	30000	1
36	Сидоров	18000	1
34	Иванов	22000	2
35	Петров	30000	2
37	Федоров	20000	2

ПРОЕКТЫ

ПРО N
1
2



Результат этого выражения является отношение

СЛУ N	СЛУ ИМЯ	СЛУ ЗАРП
34	Иванов	22000
35	Петров	30000

Исчисление доменов

Областью определения переменных являются домены.

Отношение СЛУЖАЩИЕ - доменные переменные:

ИМЯ - значения – допустимые имена

НОМЕР_СЛУЖАЩЕГО - значения – допустимые номера служащих.

Предикат «Условие членства»

для отношения $r : Hr = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ называют конструкцию вида:

$R(a_{i1} : v_{i1}, a_{i2} : v_{i2}, \dots, a_{im} : v_{im})$,

где:

a_{ij} – некоторый атрибут $\in Hr = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, $(m \leq n)$;

v_{ij} – литерально задаваемая константа либо имя доменной переменной.

$R() == \text{true} : \exists tr(Hr) \in Br : \forall \langle a_i, T_i, v_i \rangle \in tr$

Область истинности – наборы свободных доменных переменных, при которых WFF Условие членства принимает истинное значение.

если v_{ij} – константа, то на атрибут a_{ij} накладывается жесткое условие.

если v_{ij} – имя доменной переменной, то условие членства зависит от значения этой переменной (т.е. фактически тело отношения ограничивает значение свободной доменной переменной).

WFF исчисления доменов

СЛУЖАЩИЕ (СЛУ_Н:34, СЛУ_ИМЯ:'Иванов', СЛУ_ЗАРП:22000, ПРО_Н:1)
true если в теле отношения СЛУЖАЩИЕ содержится кортеж <34, 'Иванов', 22000, 1>.

СЛУЖАЩИЕ (СЛУ_Н:34, СЛУ_ИМЯ:'Иванов', СЛУ_ЗАРП:22000, ПРО_Н: ПРО_Н1)
true для всех комбинаций явно заданных значений и допустимых значений
переменной ПРО_Н1.

Для нашего отношения СЛУЖАЩИЕ областью истинности этой WFF является два значения
доменной переменной ПРО_Н1 <1> и <2>, полученные из кортежей <34, 'Иванов', 22000, 1>
и <34, 'Иванов', 22000, 2>.

Выражения исчисления доменов

Пример: Выдать номера и имена служащих, получающих не минимальную зарплату:

СЛУ_Н1, СЛУ_ИМЯ1 WHERE EXISTS СЛУ_ЗАРП2
СЛУЖАЩИЕ (СЛУ_ЗАРП: СЛУ_ЗАРП2) AND
СЛУЖАЩИЕ (СЛУ_Н: СЛУ_Н1, СЛУ_ИМЯ: СЛУ_ИМЯ1, СЛУ_ЗАРП: СЛУ_ЗАРП1) AND
СЛУ_ЗАРП1 > СЛУ_ЗАРП2

На исчислении доменов базируется известный язык, основанных на табличных формах,
Query-by-Example (QBE).