

Реляционная алгебра

Реляционная алгебра - теоретический язык операций, который на основе одного или нескольких отношений позволяет создавать другое отношение без изменения самих исходных отношений.

Реляционная алгебра

Теоретико-множественные операции реляционной алгебры:

- объединение (union)
- пересечение (intersection)
- разность (set difference)
- декартово произведение (cartesian product)

Специальные реляционные операции:

- выборка (selection)
- проекция (projection)
- соединение (join)
- деление (division)

Теоретико-множественные операции

Операция объединения $R \cup S$

получается в результате конкатенации R и S , с образованием одного отношения с тем же заголовком, что и у отношений R и S и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих или R , или S , или обоим отношениям (с максимальным количеством кортежей), если кортежи-дубликаты исключены.

Синтаксис операции объединения:

$R \text{ union } S$.

Синтаксис на языке SQL:

(Select * from R) union (select * from S)

Операция объединения

Пример

Отношение **R** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

Отношение **S** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
18	Пушников	3,5
19	Сидоров	4,5

Операция объединения

Объединение отношений **R** и **S**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5
18	Пушников	3,5

Теоретико-множественные операции

Операция пересечения $R \cap S$

определяет отношение, которое содержит кортежи, присутствующие как в отношении **R**, так и в отношении **S**.

Синтаксис операции пересечения:

R intersect S

Синтаксис на языке SQL:

(Select * from R) intersect (select * from S)

Операция пересечения

Пример

Отношение **R** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

Отношение **S** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
18	Пушников	3,5
20	Сидоров	4,5

Операция пересечения

Отношение **R INTERSECT S**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5

Теоретико-множественные операции

Операция разности R-S

определяет отношение с тем же заголовком, что и у отношений **R** и **S**, и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих отношению **R** и не принадлежащих отношению **S**, таких, которые имеются в отношении **R**, но отсутствуют в отношении **S**.

Синтаксис операции разности:

R minus S

Синтаксис на языке SQL:

(select * from R) except (select * from S)

Операция разности

Пример

Отношение **R**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

Отношение **S**

Номер студент	Фамилия	Средний балл
17	Петров	4
18	Сидоров	4,5
20	Пушников	3,5

Операция разности

Отношение **R MINUS S**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
19	Сидоров	4,5

Теоретико-множественные операции

Декартово произведение $R \times S$

определяет новое отношение, которое является результатом конкатенации

(т.е. сцепления) каждого кортежа из отношения R с каждым кортежем из отношения S .

Синтаксис операции декартового произведения:

R times S

Синтаксис на языке SQL :

Select * from R, S

Декартово произведение

Пример

Отношение **R** (Студенты)

Номер студента	Фамилия
6	Иванов
17	Петров
19	Сидоров

Отношение **S** (Предметы)

Код предмета	Название
101	Физика
102	Математика
103	Информатика

Декартово произведение

Отношение **R** TIMES **S**

Номер студента	Фамилия	Код предмета	Название
6	Иванов	101	Физика
6	Иванов	102	Математика
6	Иванов	103	Информатика
17	Петров	101	Физика
17	Петров	102	Математика
17	Петров	103	Информатика
19	Сидоров	101	Физика
19	Сидоров	102	Математика
19	Сидоров	103	Информатика

Специальные реляционные операции (унарные операции)

Операция выборки:

Работает с одним отношением **R**.

Определяет результирующее отношение с тем же заголовком, что и отношение **R**, и телом, состоящим из кортежей, значения атрибутов которых при подстановке в условие (предикат) дают значение истина.

Операция выборки

Простейший случай:

$X \Theta Y$ - условие (предикат),

Θ – один из операторов сравнения ($=$, \neq , $<$, $>$ и т.д.),

X и Y - атрибуты отношения R или скалярные значения.

Синтаксис операции выборки:

R where σ , или R where $(X \Theta Y)$

Синтаксис на языке SQL:

select * from R where $(X \Theta Y)$

Операция выборки

Пример

Отношение **R** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

Результат выборки **R where Средний балл < 5**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

Специальные реляционные операции (унарные операции)

Операция проекции:

Работает с одним отношением **R**.

Определяет новое отношение с заголовком (X, \dots, Z) , содержащее вертикальное подмножество отношения **R**, создаваемое посредством извлечения значений указанных атрибутов из результата строк-дубликатов.

Синтаксис операции проекции:

R [X, ..., Z]

Синтаксис на языке SQL:

Select X, Y, ..., Z from R

Операция проекции

Пример

Отношение **R** (информация о преподавателях)

Табельный номер	Фамилия	Предмет
4587	Бондаренко	География
2136	Воронин	История
5496	Анисимова	История
5496	Анисимова	Философия

Проекция **R** [Предмет]

Предмет
География
История
Философия

Специальные реляционные операции (унарные операции)

Операция соединения - комбинация декартового произведения и выборки, эквивалентна операции выборки из декартового произведения двух операндов отношений тех кортежей, которые удовлетворяют условию, указанному в предикате соединения в качестве формулы выборки.

Соединением отношений **R** и **S** по условию **F** называется отношение **(R times S) where F**

Синтаксис на языке SQL:

Select R.*, S.* from R, S where f

Специальные реляционные операции (Операция соединения)

Типы операций соединения:

- тета-соединение
- соединение по эквивалентности (частный случай тета-соединения)
- естественное соединение
- внешнее соединение
- полусоединение

Операция соединения

Тета-соединение определяет отношение, которое содержит кортежи из декартового произведения отношений **R** и **S**, удовлетворяющие предикату **F**.

Предикат **F** имеет вид $R.a_i \Theta S.b_i$, где Θ - один из операторов сравнения (<, <=, >, >=, = или !=).

Θ -соединением отношения **R** по атрибуту **X** с отношением **S** по атрибуту **Y** называют отношение **(R times S) where (X Θ Y)**.

Синтаксис на языке SQL:

Select * from R, S where (R.X θ S.Y)

Операция соединения

Пример тета-соединения

В базе данных хранится информация о:

- преподавателях;
- предметах.

Примечание: преподаватели имеют право преподавать предметы, статус которых не выше статуса преподавателя.

Отношение **R** (Преподаватели)

Табельный номер	Фамилия	X(Статус преподавателя)
4587	Бондаренко	4
2136	Воронин	1
5496	Анисимова	2

Отношение **S** (Предметы)

Код предмета	Название	Y(Статус предмета)
101	История	3
102	География	2
103	Философия	1

Операции соединения

Ответ на вопрос: "Какие преподаватели имеют право преподавать какие предметы?" дает Θ -соединение $R[X \geq Y]S$:

Отношение "Какие преподаватели преподают какие предметы?"

Табельный номер	Фамилия	X(Статус преподавателя)	Код предмета	Название	Y(Статус предмета)
4587	Бондаренко	4	101	История	3
4587	Бондаренко	4	102	География	2
4587	Бондаренко	4	103	Философия	1
2136	Воронин	1	103	Философия	1
5496	Анисимова	2	102	География	2
5496	Анисимова	2	103	Философия	1

Операции соединения

Экви-соединение (соединение по эквивалентности) - частный случай

⋈-соединения, когда **⋈** есть просто равенство (предикат **F** содержит только оператор равенства (=)).

Синтаксис экви-соединения:

R[X=Y]S

Синтаксис на языке SQL:

select R.*, S .* from R, S where (R.X = S.Y)

Операции соединения

Естественное соединение –

соединение по эквивалентности двух отношений **R** и **S**, выполненное по всем общим атрибутам, из результатов которого исключается по одному экземпляру каждого общего атрибута.

Синтаксис естественного соединения:

R join S.

Естественное соединение производится по всем одинаковым атрибутам.

Операции соединения

Пример естественного соединения

Упрощенная запись:

Ответ на вопрос "Какие предметы изучаются какими студентами?" в виде естественного соединения трех отношений **S join SP join P**:

Отношение **S JOIN SP JOIN P**

Номер студента SNUM	Фамилия студента SNAME	Код предмета PCOD	Название предмета PNAME	Средний балл по предмету SRBALL
6	Иванов	101	Физика	4,5
6	Иванов	102	Математика	4
6	Иванов	103	Информатика	5
17	Петров	101	Физика	3,5
17	Петров	102	Математика	4
19	Сидоров	101	Физика	4,5

Операция деления

Пусть:

- отношение R определено на множестве атрибутов A ;
- отношение S — на множестве атрибутов B ;
- $B \subseteq A$;
- $C = A - B$ (C является множеством атрибутов отношения R , которые не являются атрибутами отношения S).

Результат деления $R \div S$ - набор кортежей отношения R , определенных на множестве атрибутов C , которые соответствуют комбинации всех кортежей отношения S .

Операция деления

Пример

Отношение **R**

Номер группы	Количество студентов	ФИО куратора	Код предмета	Название предмета
ТМ-31	20	Иванов	01	Математика
ТМ-32	22	Петров	01	Математика
ТИ-31	13	Сидоров	01	Математика
ТМ-31	20	Иванов	02	Физика
ТМ-32	22	Петров	02	Физика

Отношение **S**

Код предмета	Название предмета
01	Математика
02	Физика

Операция деления

Результат деления $R \div S$

Номер группы	Количество студентов	ФИО куратора
ТМ-31	20	Иванов
ТМ-32	22	Петров