Реляційна алгебра

План

- 1. Реляційна алгебра
- 2. Операції реляційної алгебри

Реляційна алгебра

Реляційна алгебра

- До складу *реляційної моделі даних* входять операції маніпулювання даними. З усіх таких операцій складається *мова запитів.*
- У *реляційній алгебрі* елементами основної множини є реляційні відношення, тому операції алгебри можуть вкладатися одна в одну.
- Сигнатура реляційної алгебри Кодда складається з восьми операцій.

Реляційна алгебра

Реляційні відношення $R_1(A_1,..., A_n)$ і $R_2(B_1,..., B_k)$ називаються **сумісними**, якщо:

- у них однакова кількість атрибутів, тобто $k=n$;
- можна встановити взаємно однозначну відповідність між доменами атрибутів першої та другої реляцій.

Властивості бінарних операцій:

- операція φ є комутативною, якщо

$$A \varphi B = B \varphi A;$$

- операція φ є асоціативною, якщо

$$(A \varphi B) \varphi C = A \varphi (B \varphi C);$$

- операція φ є дистрибутивною з операцією θ, якщо

$$A \varphi (B \theta C) = (A \varphi B) \theta (A \varphi C).$$

Атрибути позначають великими літерами з початку латинського алфавіту: A, B,...,

Множини атрибутів - великими літерами з середини латинського алфавіту: L, M, ...

Операції реляційної алгебри

Об'єднання

- Нехай L — певна множина атрибутів. Об'*єднанням* сумісних реляційних відношень R_1 і R_2 зі схемами $R_1(L)$ і $R_2(L)$ (позначається як $R_1 \cup R_2$) називається таке реляційне відношення R зі схемою $R(L)$, що містить кортежі обох поєднуваних відношень, але без повторень:

$$\mathrm{R(L) = R_1\,(L) \cup R_2(L).}$$

Операція

- Комутативна
- Асоціативна
- Дистрибутивна щодо перетину.

Об'єднання. Приклад

R_1

A	B
a_1	b_1
a_1	b_2
a_2	b_3

R_2

A	B
a_1	b_1
a_2	b_1

Об'єднання. Приклад

R_1

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Шевчук	20	Ж
Макаренко	18	Ч

R_2

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Сидоренко	21	Ж
Романюк	22	Ч
Шевчук	20	Ж

Перетин

- Припустимо, що L — певна множина атрибутів. ***Перетином*** сумісних реляційних відношень R_1 і R_2 зі схемами $R_1(L)$ і $R_2(L)$ (позначається як $R_1 \cap R_2$) називається таке реляційне відношення R зі схемою $R(L)$, яке містить кортежі, що входять до складу обох операндів:

$$R(L) = R_1(L) \cap R_2(L).$$

Операція

- Комутативна
- Асоціативна
- Дистрибутивна щодо об'єднання.

Перетин

R_1

A	B
a_1	b_1
a_1	b_2
a_2	b_3

R_2

A	B
a_1	b_1
a_2	b_1

Перетин

R_1

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Шевчук	20	Ж
Макаренко	18	Ч

R_2

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Сидоренко	21	Ж
Романюк	22	Ч
Шевчук	20	Ж

Різниця

Нехай L - певна множина атрибутів.

- ***Різницею*** сумісних реляційних відношень R_1 і R_2 зі схемами $R_1(L)$ і $R_2(L)$ (позначається як $R_1 - R_2$) називається реляційне відношення R зі схемою $R(L)$, що містить ті кортежі з першого операнда яких немає у другому операнді R_2:

$$R(L) = R_1 (L) - R_2(L).$$

- Операція не комутативна, не асоціативна й не дистрибутивна з іншими операціями.

Зауваження

- $R \cap S = R - (R - S).$

Різниця

R_1

A	B
a_1	b_1
a_1	b_2
a_2	b_3

R_2

A	B
a_1	b_1
a_2	b_1

Різниця

R_1

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Шевчук	20	Ж
Макаренко	18	Ч

R_2

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Сидоренко	21	Ж
Романюк	22	Ч
Шевчук	20	Ж

$R_1 - R_2$

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Макаренко	18	Ч

Проекція

- Це відношення, яке вміщує вертикальну підмножину відношення R, що утворюється шляхом отримання значень вказаних атрибутів і виключення з результату рядків-дублікатів
- Проекція відношення R_1 на компоненти $i_1, i_2, \dots, i_r$ позначають $R_1 = \pi_{i1, i2, \dots, ir}(R_1)$.
- У даному випадку $i_1, i_2, \dots, i_r$ — імена атрибутів відношення R_1. При цій операції з відношення R_1 вибирають вказані атрибути і комбінують у вказаному порядку. Якщо в результуючому відношенні виникають однакові кортежі, то з них залишають по одному екземпляру

Проекція

R

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_1
a_2	b_3	c_1
a_2	b_4	c_2

$R[A,C]$

A	C
a_1	c_1
a_2	c_1
a_2	c_2

Проекція

R_1

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Шевчук	20	Ж
Макаренко	18	Ч

$R = \pi_{\text{прізвище, вік}}(R_1).$

ПРІЗВИЩЕ	ВІК
Сидоренко	21
Романюк	22
Шевчук	20

$R = \pi_{\text{стать}}(R_1).$

СТАТЬ
Ч
Ж

Обмеження (селекція)

- *Селекція відношення* R_1, за такою формулою

$$R_1 = \sigma_F(R_1)$$

де F — формула, утворена:

- а) операндами, що є іменами атрибутів;
- б) логічними операторами (і), (або), (не);
- в) арифметичними операторами порівняння:

  $<, =, >, \leq, \geq, \neq$.

- У формулі можуть використовуватися дужки.

Обмеження (селекція)

R

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_1
a_2	b_3	c_1
a_2	b_4	c_2

$R[A = a_2]$

A	B	C
a_2	b_3	c_1
a_2	b_4	c_2

Обмеження (селекція)

$R = \sigma_{стать \neq Ж} (R_1)$.

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Макаренко	18	Ч

$R = \sigma_{(стать = Ж) \wedge (вік > 19)} (R_1)$

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Шевчук	20	Ж

R_1

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Шевчук	20	Ж
Макаренко	18	Ч

$R = \sigma_{прізвище=Петренко} (R_1)$

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч

Декартів добуток

- *Декартовим добутком* реляційних відношень R і S зі схемами $R(A_1,\ldots, A_n)$ та S $(B_1,\ldots,B_m)$ відповідно, що позначається R x S, називається відношення Q зі схемою $Q(A_1,\ldots, A_n, B_1,\ldots,B_m)$, яке містить усі можливі з'єднання кортежів відношення R з кортежами відношення S:

$$Q = R \times S.$$

- Операція комутативна й асоціативна.

Декартів добуток

R_1

A	B
a_1	b_1
a_1	b_2
a_2	b_3

R_2

C	D
c_1	d_1
c_2	d_1

$R=R_1 \times R_2$

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_2	d_1
a_1	b_2	c_1	d_1
a_1	b_2	c_2	d_1
a_2	b_3	c_1	d_1
a_2	b_3	c_2	d_1

Декартів добуток

R_1

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Шевчук	20	Ж
Макаренко	18	Ч

R_3

ЗРІСТ	ВАГА
1,7	70
1,6	50
1,8	75

$R=R_1 \times R_3$

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ	ЗРІСТ	ВАГА
Петренко	20	Ч	1,7	70
Шевчук	20	Ж	1,7	70
Макаренко	18	Ч	1,7	70
Петренко	20	Ч	1,6	50
Шевчук	20	Ж	1,6	50
Макаренко	18	Ч	1,6	50
Петренко	20	Ч	1,8	75
Шевчук	20	Ж	1,8	75
Макаренко	18	Ч	1,8	75

З'єднання

- З'єднання відношень R_1 і R_2 ,називається відношення

$$R = R_1 \underset{i_0 j}{><} R_2 = \sigma_{i_0 j}(R_1 \times R_2)$$

- Цю операцію називають також q-з'єднанням.
- У даному разі q— арифметичний оператор порівняння (<, =, >, ≤, ≥, ≠); i, j — імена атрибутів відповідно у відношеннях R_1 і R_2.
- Під час з'єднання атрибути, за якими виконується така операція, повторюються в кінцевому реляційному відношенні.
- Операція комутативна й асоціативна.

З'єднання

R

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_2	d_1
a_1	b_2	c_1	d_1
a_2	b_3	c_1	d_1
a_2	b_4	c_2	d_3

S

C	D	E
c_1	d_1	e_2
c_2	d_1	e_3
c_2	d_1	e_1

R[C,D=C,D]S

A	B	C	D	E
a_1	b_1	c_1	d_1	e_2
a_1	b_2	c_1	d_1	e_2
a_2	b_3	c_1	d_1	e_2
a_1	b_1	c_2	d_1	e_3
a_1	b_1	c_2	d_1	e_1

З'єднання

R_1

ПРІЗВИЩЕ	ПОСАДА	ОКЛАД
Марчук	інженер	100
Іващенко	бухгалтер	120

R_2

СТАЖ	ПРЕМІЯ
10	100
20	200

$$R = R_1 \underset{оклад>премія}{\rtimes\!\ltimes} R_2$$

ПРІЗВИЩЕ	ПОСАДА	ОКЛАД	СТАЖ	ПРЕМІЯ
Іващенко	бухгалтер	120	10	100

З'єднання

Якщо q — арифметичний оператор рівності, то операцію називають еквіз'єднанням

R_1

ПРІЗВИЩЕ	НАСЕЛЕНИЙ ПУНКТ	РОКИ
Іваненко	Киш	10
Петренко	Чернігів	15
Сидоренко	Київ	20
Тарасенко	Суми	10

R_2

МІСТО	НАСЕЛЕННЯ
Чернігів	0,4
Суми	0,3

З'єднання

$$R = R_1 \underset{нас\_пункт=місто}{\bowtie} R_2$$

ПРІЗВИЩЕ	НАСЕЛЕНИЙ ПУНКТ	РОКИ	МІСТО	НАСЕЛЕННЯ
Петренко	Чернігів	15	Чернігів	0,4
Тарасенко	Суми	10	Суми	0,3

Природне з'єднання відношень

При виконанні операції природного з'єднання:

- виконується декартове множення заданих відношень;
- з отриманого відношення вибираються кортежі, в яких збігаються значення спільних атрибутів;
- в результуючому відношенні залишають по одному екземпляру спільних атрибутів.

Природне з'єднання відношень

R_1

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ
Петренко	20	Ч
Шевчук	20	Ж
Макаренко	18	Ч

R_2

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	ЗРІСТ	ВАГА
Петренко	20	1,8	75
Шевчук	20	1,6	50
Макаренко	18	1,7	70

$R=R_1 >< R_2$

ПРІЗВИЩЕ	ВІК	СТАТЬ	ЗРІСТ	ВАГА
Петренко	20	Ч	1,8	75
Шевчук	20	Ж	1,6	50
Макаренко	18	Ч	1,7	70

Ділення

- Це відношення, яке вміщує ті кортежі відношення *R*, які визначені на атрибуті *C*, що відповідає комбінації всіх кортежів відношення *S*, де C - множина атрибутів, які є у відношенні *R*, але відсутні у відношенні S.
- Операція не комутативна й не асоціативна.

Ділення

R

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_1	b_1	c_2
a_1	b_3	c_2
a_2	b_1	c_4

S

C	D
c_1	d_1
c_1	d_2
c_2	d_1
c_2	d_3

$R[C \div C]S$

A	B
a_2	b_1