

Л7. Маніпуляційний рівень роботи з РБД (продовження)

Приклад 8. Розглянемо деяку компанію, яка зберігає у БД дані про постачальників і деталі, що постачаються. Нехай постачальникам і деталям присвоюється деякий статус. Бізнес компанії організований таким чином, що постачальники мають право постачати лише ті деталі, статус яких не вище статусу постачальника.

Відношення *A* «Постачальники»

<i>№ постачальника</i>	Найменування	X (статус постач.)
1	TDK	4
2	Iptv	1
3	KmP	2

Відношення *B* «Деталі»

<i>№ деталі</i>	Найменування	Y (статус деталі)
1	Стрічка	3
2	Флеш-диск	2
3	Компакт-диск	1

Відповідь на питання "Які постачальники мають право постачати які деталі?" дає Θ -з'єднання : $A/X \bowtie Y/B$

<i>№ пост-ка</i>	Наймен.пост т.	X (статус)	<i>№ деталі</i>	Наймен.дет .	Y (статус)
1	TDK	4	1	Стрічка	3
1	TDK	4	2	Флеш-диск	3
1	TDK	4	3	Компакт-диск	1
2	Iptv	1	3	Компакт-диск	1
3	KmP	2	2	Флеш-диск	2
3	KmP	2	3	Компакт-диск	1

Приклад 9. Нехай є відношення *P*, *D* і *PD*, що зберігають інформацію про постачальників, деталі та поставки відповідно:

<i>№ постачальника</i>	Найменування
<i>PNUM</i>	<i>PNAME</i>
1	TDK
2	Iptv
3	KmP

Таблиця 16 Відношення *P*

<i>№ деталі</i>	Найменування
<i>DNUM</i>	<i>DNAME</i>

1	Стрічка
2	Флеш-диск
3	Компакт-диск

Таблиця 17 Відношення D

<i>№ постачальника</i>	<i>№ деталі</i>	<i>Кількість</i>
<i>PNUM</i>	<i>DNUM</i>	<i>VOLUME</i>
1	1	100
1	2	200
1	3	300
2	1	150
2	2	250
3	1	1000

Таблиця 18 Відношення PD

Відповідь на питання, які деталі постачаються постачальниками, дає екві-з'єднання $P[PNUM=PNUM]PD$. Насправді, виходячи з того, що у відношеннях є однакові атрибути, потрібно спочатку перейменувати атрибути, а потім виконати екві-з'єднання.

Запис стає більш громіздким: $(P \text{ RENAME } PNUM \text{ AS } PNUM1)[PNUM1=PNUM2](PD \text{ RENAME } PNUM \text{ AS } PNUM2)$

Зазвичай, такою складною формою запису не користуються. Але, в результаті маємо відношення:

<i>PNUM1</i>	<i>PNAME</i>	<i>PNUM2</i>	<i>DNUM</i>	<i>VOLUME</i>
1	TDK	1	1	100
1	TDK	1	2	200
1	TDK	1	3	300
2	Iptv	2	1	150
2	Iptv	2	2	250
3	KmP	3	1	1000

Таблиця 19 Відношення "Якими постачальниками постачаються які деталі "

Приклад 10. У попередньому прикладі відповідь на питання "які деталі постачаються постачальниками", більш просто записується у вигляді природного з'єднання трьох відношень $P \text{ JOIN } PD \text{ JOIN } D$ (для наочності порядок атрибутів змінено, це є допустимим за властивостями відношень):

<i>PNUM</i>	<i>PNAME</i>	<i>DNUM</i>	<i>DNAME</i>	<i>VOLUME</i>
1	TDK	1	Стрічка	100
1	TDK	2	Флеш-диск	200
1	TDK	3	Компакт-диск	300
2	Iptv	1	Стрічка	150
2	Iptv	2	Флеш-диск	250

	КмР	<i>I</i>	Стрічка	1000
--	-----	----------	---------	------

Таблиця 20 Відношення *P JOIN PD JOIN D*

Ділення

Означення 11. Нехай задано відношення $A(X_1, X_2, \dots, X_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ і $B(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$, причому атрибути Y_1, Y_2, \dots, Y_m - спільні для двох відношень. **Діленням відношень** A на B називається відношення з заголовком X_1, X_2, \dots, X_n і тілом, що містить множину кортежів (x_1, x_2, \dots, x_n) , таких, що для усіх кортежів $(y_1, y_2, \dots, y_m) \in B$ у відношенні A знайдеться кортеж $(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_m)$.

Відношення A є **діленим**, відношення B - **дільник**. Умовно ділення відношень можна вважати аналогічним діленню чисел з залишком.

Синтаксис операції ділення: $A \text{ DIVIDE BY } B$

Зауваження. Типові запити, що реалізуються за допомогою операції ділення, зазвичай у своєму формулюванні мають слово "усі" - "які постачальники постачають усі деталі?".

Приклад 11. У прикладі з постачальниками, деталями та поставками відповімо на питання, "які постачальники постачають усі деталі?".

У якості діленого візьмемо проекцію $X = PD[PNUM, DNUM]$, що містить номери постачальників і номери деталей, що постачаються ними:

<i>PNUM</i>	<i>DNUM</i>
1	1
1	2
1	3
2	1
2	2
3	1

Таблиця 21 Проекція $X = PD[PNUM, DNUM]$

В якості дільника візьмемо проекцію $Y = D[DNUM]$, що містить список номерів усіх деталей:

<i>DNUM</i>
1
2
3

Таблиця 22 Проекція $Y = D[DNUM]$

Ділення $X \text{ DIVIDE BY } Y$ дає список номерів постачальників, які постачають усі деталі:

<i>PNUM</i>
1

Таблиця 23 Відношення $X \text{ DIVIDE BY } Y$

В нашому прикладі лише постачальник з номером 1 постачає усі деталі.

Деякі приклади застосування реляційних операторів

Приклад 12. Отримати імена постачальників, що постачають деталь номер 2.

Розв'язок:

$((DP \text{ JOIN } P) \text{ WHERE } DNUM = 2)[PNAME]$

Приклад 13. Отримати імена постачальників, що постачають у крайньому разі один диск.

Розв'язок:

$((D \text{ WHERE } DNAME = \text{Диск}) \text{ JOIN } DP) \text{ JOIN } P)[PNAME]$

Відповідь можна отримати інакше:

$((D \text{ JOIN } DP) \text{ JOIN } P) \text{ WHERE } DNAME = \text{Диск})[PNAME]$

Приклад 14. Отримати імена постачальників, що постачають усі деталі.

Розв'язок:

$((DP[PNUM, DNUM] \text{ DEVIDEBY } D[DNUM]) \text{ JOIN } P)[PNAME]$

Приклад 15. Отримати імена постачальників, що не постачають деталь номер 2.

Розв'язок:

$((P[PNUM] \text{ MINUS } ((P \text{ JOIN } DP) \text{ WHERE } DNUM = 2)[PNUM]) \text{ JOIN } P)[PNAME]$

Відповідь на цей запит можна отримати покроково:

- отримати список номерів усіх постачальників: $T_1 = P[PNUM]$
- з'єднати дані про постачальників та поставки: $T_2 = P \text{ JOIN } DP$
- в даних про постачальників та поставки залишити лише дані про поставки деталі номер 2:
 $T_3 = T_2 \text{ WHERE } DNUM = 2$
- отримати список номерів постачальників, що постачають деталь номер 2: $T_4 = T_3[PNUM]$
- отримати список номерів постачальників, що не постачають деталь номер 2:
 $T_5 = T_1 \text{ MINUS } T_4$
- з'єднати список номерів постачальників, що не постачають деталь номер 2 з даними про постачальників (будуть отримані повні дані про постачальників, які не постачають деталь номер 2): $T_6 = T_5 \text{ JOIN } P$
- результат (імена постачальників, які не постачають деталь номер 2): $T_7 = T_6[PNAME]$

Залежні реляційні оператори

Не усі оператори реляційної алгебри є незалежними - деякі з них виражаються через інші реляційні оператори. Оператори з'єднання, перетину та ділення можна виразити через інші реляційні оператори, тобто ці оператори не є примітивними. Оператори, що залишилися (об'єднання, віднімання, декартовий добуток, вибірка, проекція) є примітивними операторами - їх неможна виразити один через інший.

Оператор з'єднання

Оператор з'єднання визначається через оператори декартового добутку та вибірки. Для оператора природного з'єднання додається оператор проекції.

Оператор перетину

Оператор перетину виражається через віднімання в такий спосіб:

$A \text{ INTERSECT } B = A \text{ MINUS } (A \text{ MINUS } B)$

Оператор ділення

Оператор ділення виражається через оператори віднімання, декартового добутку та проекції:

$A \text{ DEVIDEBY } B = A[X] \text{ MINUS } ((A[X] \text{ TIMES } B) \text{ MINUS } A)[X]$

Таким чином показано, що оператори з'єднання, перетину та ділення можна виразити через інші реляційні оператори, тобто ці оператори не є примітивними.

Примітивні реляційні оператори

Оператори, що залишилися (об'єднання, віднімання, декартовий добуток, вибірка, проекція) є примітивними операторами.

-Оператор декартового добутку

Оператор декартового добутку – єдиний оператор, що збільшує кількість атрибутів, тому його неможна виразити через об'єднання, віднімання, вибірку, проекцію.

-Оператор проекції

Оператор проекції - єдиний оператор, що зменшує кількість атрибутів, тому його теж неможна виразити через об'єднання, віднімання, декартовий добуток, вибірку.

-Оператор вибірки

Оператор вибірки – єдиний оператор, який дозволяє проводити порівняння за атрибутами відношення, тому його неможна виразити через об'єднання, віднімання, декартовий добуток, проекцію.

-Оператори об'єднання і віднімання. Не коментуємо.

Запити, що неможна виразити засобами реляційної алгебри

Не дивлячись на потужність мови реляційної алгебри, є типи запитів, які принципово неможна виразити лише за допомогою операторів реляційної алгебри. Для отримання відповідей на такі запити потрібно застосовувати процедурні розширення реляційних мов.

Погана нормалізація відношень

Приклад 16. Нехай є відношення ХІМІЧНИЙ_СКЛАД_РЕЧОВИН з набором атрибутів (Найменування речовини, Водень, Гелій, ..., 105_елемент). Значенням атрибуту "Речовина" є найменування хімічних речовин, значеннями інших атрибутів - процентний склад відповідних елементів у даній речовині. Таке відношення могло б мати, наприклад, такий вигляд:

Найм. речовини	Водень	Гелій	105 елемент
ДНК	5	3	...	0,01
Бензин	50	0	...	0
...

Таблиця 24 Відношення ХІМІЧНИЙ_СКЛАД_РЕЧОВИН

Розглянемо запит "Знайти усі хімічні елементи, вміст яких у будь-якій з речовин перевищує заданий відсоток (скажемо, 90)".

З алгоритмічної точки зору цей запит виконується елементарно - переглядаються усі стовбці таблиці, і якщо у стовбці присутнє хоча б одне значення, що більше за 90, то запам'ятовується заголовок цього стовпця. Набір найменувань стовпців, які запам'яталися в процесі перегляду, і є відповіддю на запит.

Формально неможливо виразити цей запит в рамках реляційної алгебри, тому що відповіддю на цей запит повинен бути список атрибутів відношень, які задовольняють визначеній умові. У реляційній алгебрі немає операторів, що маніпулюють з найменуваннями атрибутів.

На справді, цей приклад показує, що таблиця погано нормалізована (1 нормальна форма). В таблиці є набір однотипових атрибутів (у кількості 105 стовбців).

Коректніше розбити це відношення на три різні відношення:

РЕЧОВИНА (НОМЕР_РЕЧОВИНИ, РЕЧОВИНА),

ЕЛЕМЕНТИ(НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА, ЕЛЕМЕНТ),
 ХІМІЧНИЙ_СКЛАД_РЕЧОВИН (НОМЕР_РЕЧОВИНИ, НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА,
 ВІДСОТОК ВМІСТУ).

<i>Номер речовини</i>	<i>Назва речовини</i>
1	ДНК
2	Бензин
...	...

Таблиця 25 Відношення РЕЧОВИНИ

<i>Номер елемента</i>	<i>Назва елемента</i>
1	Водень
2	Гелій
...	...
105	...

Таблиця 26 Відношення ЕЛЕМЕНТИ

<i>Номер речовини</i>	<i>Номер елемента</i>	<i>Відсоток</i>
1	1	5
1	2	3
2	1	50

Таблиця 27 Відношення ХІМІЧНИЙ_СКЛАД_РЕЧОВИН

Для відношень, нормалізованих таким чином, вихідний запит реалізується такою послідовністю операторів:

R1(НОМЕР_РЕЧОВИНИ,НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА,ВІДСОТОК)=
 ХІМІЧНИЙ_СКЛАД_РЕЧОВИН[ВІДСОТОК>90]. (Вибірка з відношення).
 R2(НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА) = R1[НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА]. (Проекція відношення).
 R3(НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА,ЕЛЕМЕНТ)=
 R2[НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА=НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА]ЕЛЕМЕНТИ. (Природне з'єднання)
 РЕЗУЛЬТАТ(ЕЛЕМЕНТ) = R3[ЕЛЕМЕНТ]. (Проекція таблиці).

Мовою SQL такий запит реалізується одним оператором *SELECT*:

```

SELECT ЕЛЕМЕНТИ.ЕЛЕМЕНТ
      FROM ЕЛЕМЕНТИ, ХІМІЧНИЙ_СКЛАД_РЕЧОВИН
WHERE
      ЕЛЕМЕНТИ.НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА=ХІМІЧНИЙ_СКЛАД_РЕЧОВИН.НОМЕР_ЕЛЕМЕНТА
      AND
      ХІМІЧНИЙ_СКЛАД_РЕЧОВИН.ВІДСОТОК>90;
```