ФОРМАЛИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА МАКЕТИРОВАНИЯ ГАЗЕТНОЙ ПОЛОСЫ

Создано иерархическую структуру математической модели формализации факторов, определенных на нечетких множествах параметров макета газетной полосы.

FORMALIZATION PROCESS FACTORS LAYOUT NEWSPAPERS

A hierarchical structure of a mathematical model of formalization of the factors identified in the fuzzy sets model parameters newspaper columns.

1. Братко И. Пограммирование на языке ПРОЛОГ для искусственного интеллекта / И. Братко. — М. : Мир, 1990. — 560 с. 2. Гілета І. В. Дизайн газети (до проблем макетування газетного номера) / І. В. Гілета // Кваліологія книги: зб. наук. пр. — 2008. — Вип. № 1(13). — С. 60–68. 3. Гілета І. В. Параметри елементів структури газетного видання / І. В. Гілета // Кваліологія книги: зб. наук. пр. — 2009. — Вип. № (1) 15 — С. 56–64. 4. Глушков В. М. Введение в кибернетику / В. М. Глушков — К., 1974. — 324 с. 5. Новиков П. С. Элементы математической логики/ П. С. Новиков. — М. : Наука, 1973. — 400 с. 6. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. — М. : Наука Гл. ред физ.-мат. лит., 1986. — 288 с. 7. Сявавко М. С. Інтелектуалізована інформаційна система «Нечіткий експерт»/ М. С. Сявавко. — Львів : ВЦ ЛНУ, 2007. — 320 с.

Стаття надійшла 04.03.10

УДК 004.652.42;

С. О. Кулик, В. К. Овсяк

Українська академія друкарства

ОПИС ОПЕРАЦІЙ РЕЛЯЦІЙНОЇ АЛГЕБРИ ЗАСОБАМИ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ

Розглядається задача опису операцій реляційної алгебри засобами алгебри алгоритмів. Розробляється система позначень допоміжних операторів та операцій.

Реляційна алгебра, алгоритм, операції

Маніпуляційна частина реляційної моделі містить засоби доступу до реляційних даних, що описуються за допомогою реляційної алгебри або еквівалентного їй реляційного числення.

Реляційна алгебра — це теоретична мова операцій, що дають можливість створювати на основі одного або декількох відношень інше відношення без зміни самих початкових відношень. Таким чином, обидва операнди і результат є відношеннями, тому результати однієї операції можуть застосовуватися в іншій. Це дає можливість створення вкладених виразів реляційної алгебри (аналогічно з тим, як створюються вкладені арифметичні вирази), але при будь-якій глибині вкладеності результатом є відношення. Така властивість [1] називається **замкнутістю** відношень. Вона підкреслює те, що застосування будь-якої кількості операцій реляційної алгебри до відношень не приводить до створення інших об'єктів, окрім відношень, точно так, як і результатами арифметичних операцій з числами є тільки числа.

Реляційна алгебра є мовою послідовного використання відношень, в якому всі кортежі, можливо, навіть узяті з різних відношень, опрацьовуються однією командою без організації циклів. Для команд реляційної алгебри є декілька варіантів синтаксису. Нижче скористаємося загальноприйнятими символічними позначеннями для цих команд і подамо їх у неформальному вигляді.

В описі операцій реляційної алгебри використовуються відношення R, атрибути A та кортежі t.

Операції вибірки і проекції є унарними, оскільки вони працюють з одним відношенням. Інші операції працюють з парами відношень, і тому їх називають бінарними операціями. У нижченаведених визначеннях операцій беруть участь відношення R_1 та R_2, визначені на атрибутах $R_1=\overline{A^1_1;A^1_2;A^1_3;\ldots;A^1_n}$ та $R_2=\overline{A^2_1;A^2_2;A^2_3;\ldots;A^2_n}$ відповідно, де n — порядок відношення, m — потужність відношення.

Припустимо, що m та n є такими системними змінними, які набувають індивідуальне до кожного відношення значення до ключа та актуальність значень яких автоматично підтримуються системою. Наприклад, змінні m_1 та n_1 (або без індексу $m1$ та $n1$) є потужність та порядок відношення R_1. Рівноцінним є запис змінних m та n, які належать відношенню R_1 за допомогою оператора доступу [.]: $R1.m$ та $R1.n$

Ітератори (i, j) [5] використають змінні m та n як умовний вказівник закінчення перегляду відповідної невпорядкованої множини кортежів або атрибутів відношення.

На абстрактному рівні припускаємо, що кожний новий доданий до відношення кортеж t_m або атрибут A_n набуває назву ключа «m» або «n» відповідно, та навпаки назвам «m» та «n» відповідають останні додані у відношення атрибут A_n та кортеж t_m.

Наприклад, атрибут A^1_n та кортеж t^1_m є за ключем останніми доданими до відношення R_1.

Основу будь-якої операції з множинами становлять цикли з ітератором. Цикли перебору невпорядкованих множин заданих асоціативними масивами задаються алгебрі алгоритмів операціями циклічних елімінування або секвентування [4, 6].

Вихід з циклічних елімінування або секвентування має у алгебрі алгоритмів стандартну позначку: латинська маленька літера c з індексом вказуючим на змінну-вказівник або ітератор циклу. Наприклад, c_i, c_j або адаптований запис *ci, cj*.

Якщо цикл має нічого не здійснювати, наприклад хибна гілка, то в алгебрі алгоритмів, це подається як порожній унітерм, який позначається зірочкою (*).

Операції, подібно методам у програмуванні, повертають певне значення. Унітерм який відповідає оператору «return» позначимо як [↑=]. Такий оператор присвоює вказаний у правій частині операції унітерм до лівої часини операції присвоєння.

Умови в алгебрі алгоритмів позначаються літерою *u* з індексом. Наприклад, u_1, u_8, адаптований запис наведених умов виглядає *u*1, *u*8.

Умови мають утворюватися такими операндами:

Логічні оператори *І* [&], *АБО* [|], НЕ [!];

Умовні оператори відношення «дорівнює» [==] та «не дорівнює» [!=]; «більше» [>], «менше» [<], «більше або дорівнює» [>=], «менше або дорівнює» [<=].

Означення 1. Предикат — це функція, яка повертає значення хибне або істинне залежно від істинності виразу *X* за умовою *u*.

$$P_u(X)=\begin{cases}0, \text{ якщо ствердження X відповідає умові u;}\\1, \text{ якщо ствердження X не відповідає умові u.}\end{cases}$$

де предикати позначаємо великою латинською літерою *P*.

Уведемо синтаксис опису предикатів, який умову та вираз (ствердження) записує окремими виразами *P[u](X)*.

Застосування числення предикатів до кортежів має такий вигляд:

$$P[u](R.t\downarrow[k].v)\text{-}?,$$

де *u* — умова, задана вищезазначеними логічними та умовними операндами і ключами атрибутів. Тобто, вказівка на атрибути за якими перевіряється умова *u*, входить до виразу *u*.

R.t↓[k].v — загальний вигляд аргумента, який є значенням кортежу і відношення.

Існує декілька варіантів вибору операцій, які включаються в реляційну алгебру. Спочатку Кодд [5] ввів вісім основних та додаткових операцій, але згодом до них було додано й інші.

П'ять основних операцій реляційної алгебри, а саме вибірка (selection), проекція (projection), Декартове значення (cartesian product), об'єднання (union) і різниця множин (set difference) утворюють теоретичну основу реляційної алгебри та виконують більшість дій з даними. На підставі п'яти основних операцій можна також вивести додаткові операції: з'єднання (join), перетин (intersection) та ділення (division), які можуть бути виражені в термінах п'яти основних операцій [1, 2].

Схематичне зображення операцій введених Коддом показано на рисунку.

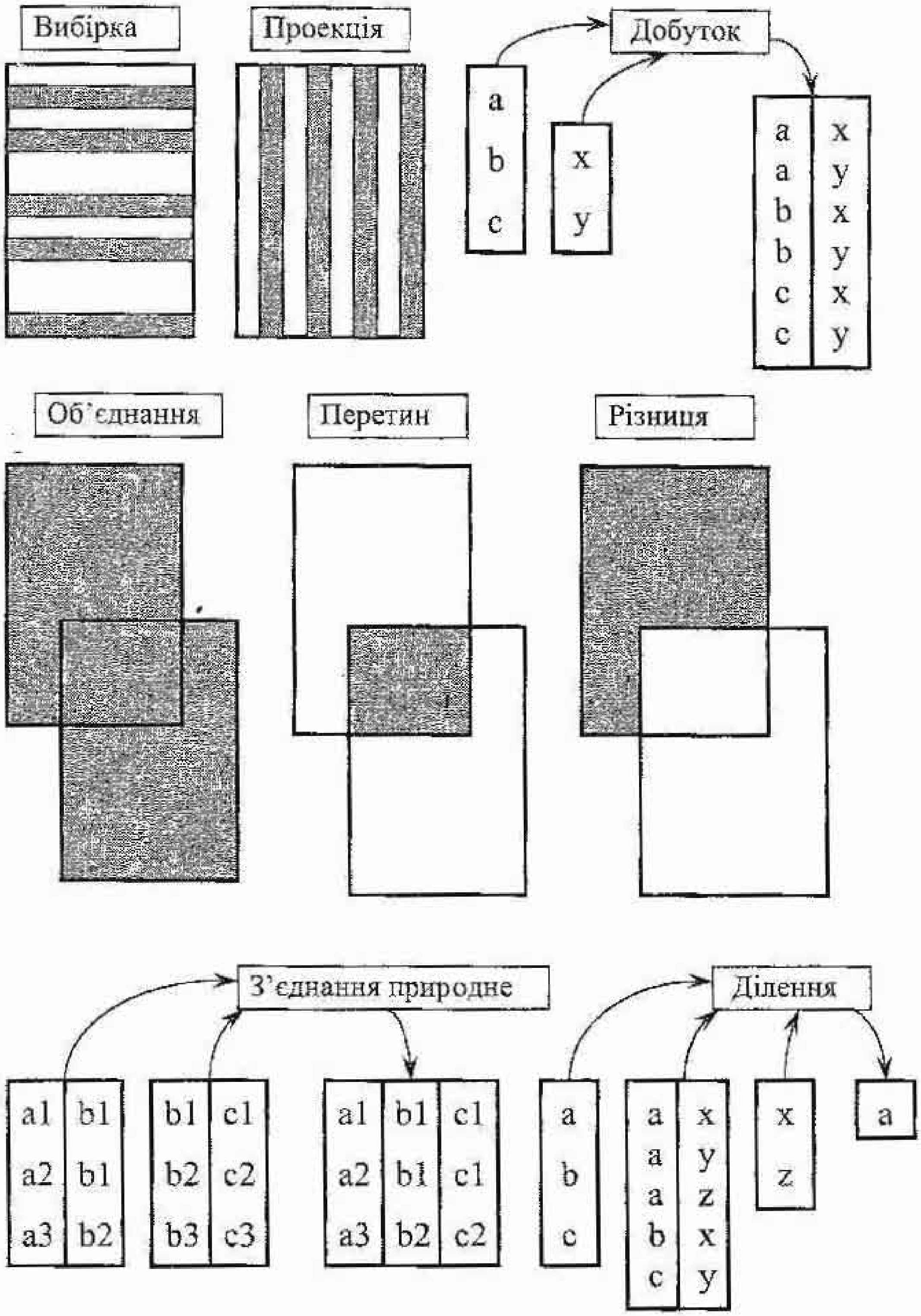


Схема восьми первинних операцій реляційної алгебри

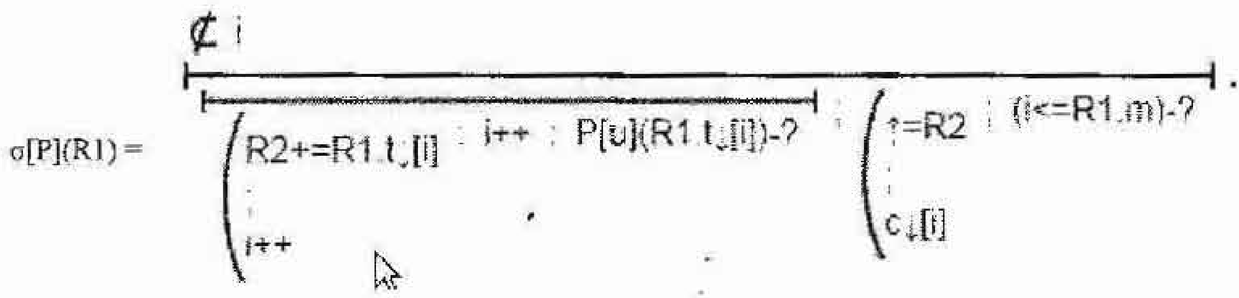
Операції реляційної алгебри можна також поділити за походженням на дві групи: теоретико-множинні операції — об'єднання, перетин, різниця (віднімання), декартовий добуток та спеціальні — селекція (обмеження), проекція, з'єднання, ділення [3].

До складу основних операцій входять дві унарні операції — вибірки та проекції, і три бінарних — об'єднання, різниця та добуток.

Вибірка (SELECT) (інші назви: селекція, обмеження, скорочення):
позначення операції: $[\sigma_P]$ або $[\sigma(P)]$,
запис операції: $\sigma_P R$ або $\sigma[P](R1)$.

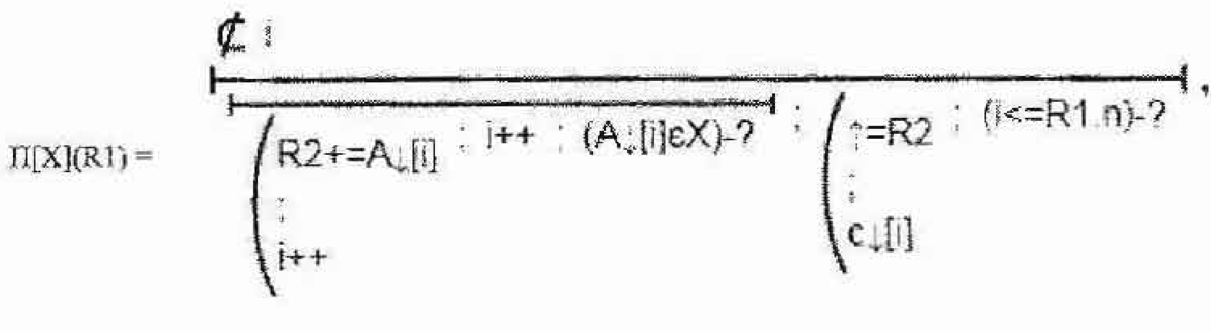
Означення 2. Вибірка відношення $R1$ визначає нове результуюче відношення $R2$, яке містить тільки ті кортежі (рядки) з відношення $R1$, які відповідають заданій умові (предикату) P.

Предикат має загальний вигляд $P=u[Y\theta Z](X)$, де X — аргумент предикату, Y, Z — набори атрибутів із $\{A1, A2,\ldots, Ak\}$, та набори значень відповідного до атрибутів типу, u — умова предикату, θ — знаки логічних та умовних операцій.



Проекція (PROJECT):
позначення операції: $[\pi]$ або $[\Pi]$,
запис операції: $\Pi_x R$ або $\Pi[X](R1)$.

Означення 3. Проекція відношення $R1$ визначає нове відношення $R2$, що містить вертикальну підмножину відношення $R2$, яке створюється за допомогою витягання значень вказаних атрибутів X і виключення з результату рядків-дублікатів.



де $X \in R1$ — набір атрибутів.

Об'єднання (UNION):

позначення операції: [∪],

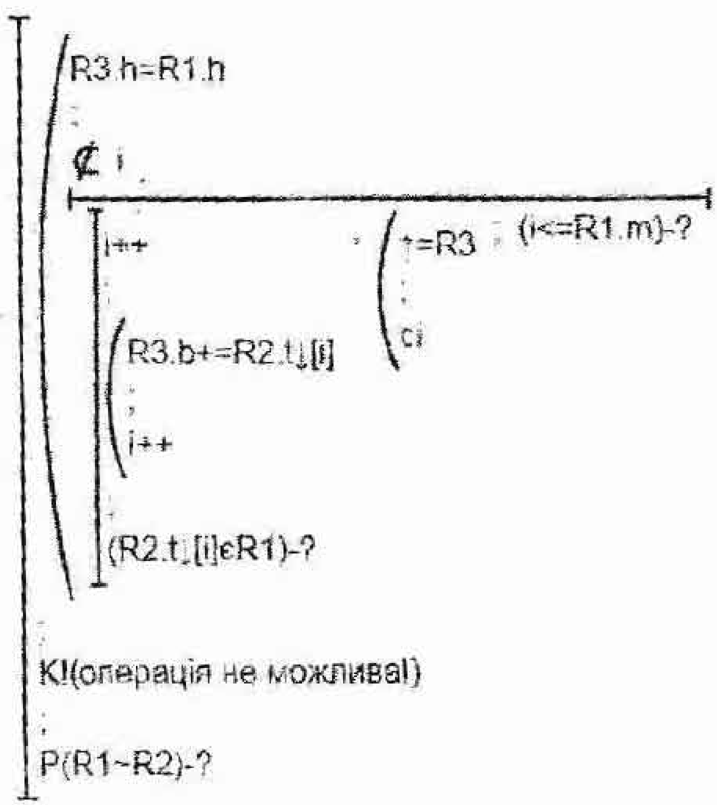
запис операції: R1 ∪ R2.

Означення 4. Об'єднання відношень *R1* та *R2* визначає нове відношення *R3*, яке містить кортежі, які є як у відношенні *R1*, так і у відношенні *R2*. Відношення *R1* і *R2* мають бути сумісними за об'єднанням.

Якщо *R1* і *R2* включають, відповідно *I* та *J* кортежі, то об'єднання цих відношень можна отримати, зібравши всі кортежі в одне відношення, яке може містити не більш за *(I + J)* кортежів.

Об'єднання можливе, тільки якщо схеми двох відношень збігаються, тобто складаються з однакової кількості атрибутів причому кожна пара відповідних атрибутів має однаковий домен. Інакше кажучи, відношення мають бути сумісними за об'єднанням. Означення оператора перевірки сумісності за об'єднанням наведено нижче — означення 5.

R1 ∪ R2 =



Перевірка сумісності за об'єднанням (UNION Compatibility):

позначення умовного оператора: [~],

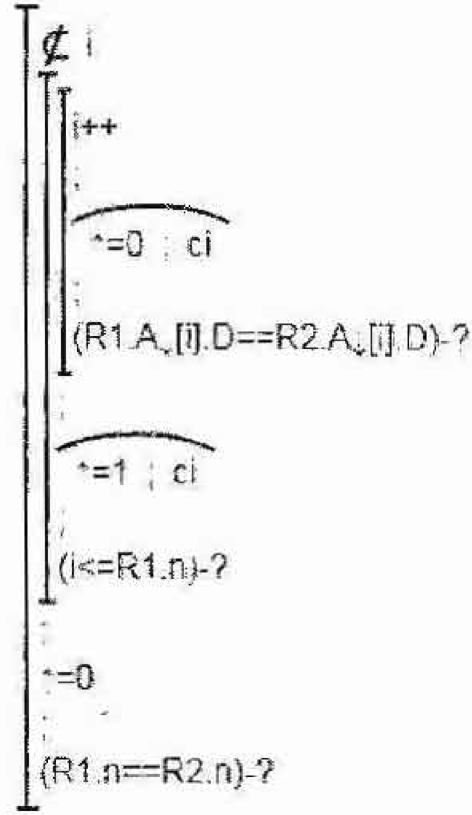
запис перевірки: (*P*[*R1~R2*](*R1,R2*))–? або просто *P*(*R1~R2*) –?

Означення 5. Предикат *P*(*R1~R2*) перевірки сумісності за об'єднанням відношень *R1* та *R2* повертає *істинне значення* (1), якщо для *R1* та *R2* виконуються дві умови:

1. $(n_1==n_2)$-? — порядок відношень є однаковим для обох відношень;

2. $(A^1_i.D_i{=}{=}A^2_i.D_i)$-? для усіх $i = 1,2,\ldots,n$ — кожна пара відповідних атрибутів обох відношень означена на однакових доменах; та *хибне значення* (0) — у будь-якому іншому випадку.

P(R1~R2) =



Об'єднання можливе, тільки якщо схеми двох відношень збігаються, тобто складаються з однакової кількості атрибутів, причому кожна пара відповідних атрибутів має однаковий домен.

Зазначимо, що в означенні сумісності за об'єднанням не вказано, що атрибути повинні мати однакові назви. У деяких випадках для отримання двох сумісних за об'єднанням відношень може бути використана операція проекції.

Оскільки вимога перевірки на сумісність використовується не тільки в операції об'єднання, а і в інших (наприклад перетин, різниця), то пізніше було введено іншу назву вимоги: «сумісність відношень за типом».

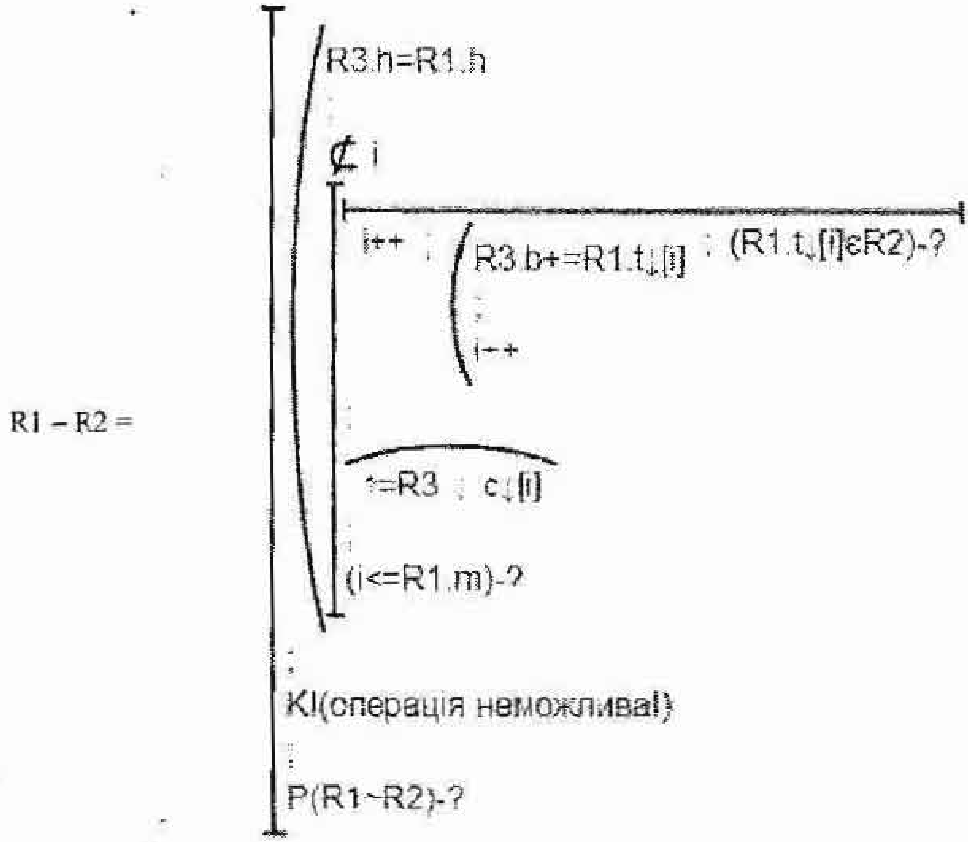
Дотримання вимоги сумісності за об'єднанням в операціях алгебри обумовлена принципом замкнутості реляційної алгебри — відношення, яке отримується після операцій з відношеннями має мати кортежі однакового типу, тільки тоді воно є відношенням зі збереженням принципу замкнутості.

Різниця (MINUS або DIFFERENCE):

позначення операції: [–],

запис операції: $R1 - R2$.

Означення 6. Різниця двох відношень $R1$ і $R2$ визначає нове відношення $R3$, яке складається з кортежів, які є у відношенні $R1$, але відсутні у відношенні $R2$. Відношення $R1$ і $R2$ мають бути сумісними за об'єднанням.

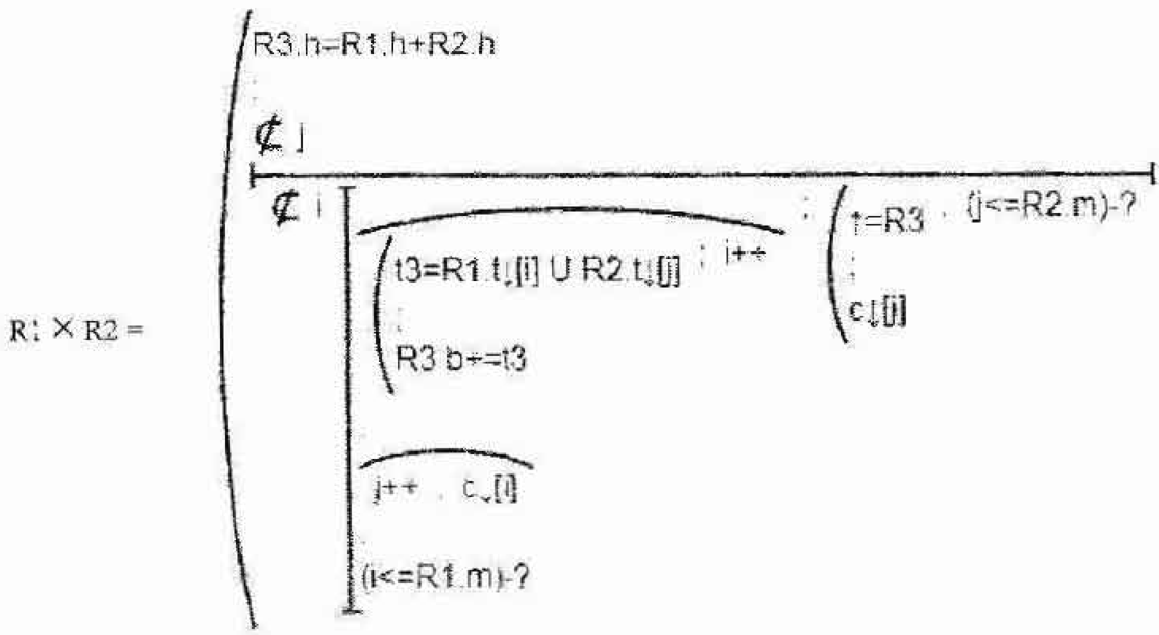


Декартовий добуток (PRODUCT):

позначення операції: [×],

запис операції: R 1× R2.

Означення 7. Декартовий добуток двох відношень *R*1 і *R*2 визначає нове відношення *R*3, яке є результатом конкатенації (тобто зчеплення) кожного кортежу відношення *R*1 з кожним кортежем відношення *R*2.



Усі додаткові операції описуються в основних термінах.

Перед тим, як перейти до розгляду додаткових операцій треба дати означення декомпозиційних операцій.

Присвоєння (SET):

позначення операції: [←],

запис операції: $R1 \leftarrow R2$.

Операції реляційної алгебри можуть зрештою стати надзвичайно складними. Для спрощення такі операції можна розбити на ряд менших операцій реляційної алгебри і присвоїти їм назви результатів проміжних виразів. Для присвоєння назв результатам операції реляційної алгебри використовується операція присвоєння, позначена стрілкою зорієнтованою вліво *(←)*. Виконувана при цьому дія, аналогічна операції присвоєння в мовах програмування.

Означення 8. Результат виразу праворуч від знаку операції присвоєння *(←)* присвоюється виразу, що знаходиться зліва від знаку операції.

Перейменування (RENAME):

позначення операції: [ρ]. '

запис операції: $\rho[S](R)$.

Ще один варіант декомпозиції полягає у використанні операції перейменування ρ (позначається грецькою буквою «ро»).

Означення 9. Операція перейменування ρ дає можливість присвоїти назви результатам операції реляційної алгебри. Операція перейменування забезпечує задати необхідну назву для будь-якого з атрибутів нового відношення $\rho_s(R)$ або $\rho_{s(a1,\dots,an)}(R)$.

Операція перейменування забезпечує задання нової назви S виразу R, а також додатково перейменувати атрибути як $a1$, $a2$, … , an.

Операції з'єднання (JOIN):

Загальне позначення операцій: [⊳⊲].

Як правило, користувачів системи цікавить лише деяка частина всіх комбінацій кортежів декартового добутку, яка відповідає заданій умові. Отож замість декартового добутку зазвичай використовується одна з найважливіших операцій реляційної алгебри — операція з'єднання. У результаті її виконання на базі двох початкових відношень створюється деяке нове відношення. Операція з'єднання є похідною від операції декартового добутку, оскільки вона еквівалентна операції вибірки з декартового добутку двох операндів-відношень тих кортежів, які задовольняють умові, вказаній у предикаті з'єднання як формула вибірки.

З погляду ефективності реалізації в реляційних СУБД ця операція є однією з найскладніших і часто виявляється однією з основних причин, що зумовлюють проблеми з продуктивністю і властиві всім реляційним системам.

Залежно від заданої умови з'єднання розрізняють декілька варіантів операції з'єднання:

тета-з'єднання (THETA JOIN);

з'єднання за еквівалентністю (EQUIJOIN), яке є окремим видом тета-з'єднання;

природне з'єднання (NATURAL JOIN);

зовнішнє з'єднання (OUTER JOIN);

напівз'єднання (SEMIJOIN).

Тета-з'єднання (THETA JOIN):

позначення операції: $[\triangleright_F\triangleleft]$ або $[\triangleright\triangleleft(P)]$,

запис операції: $R1 \triangleright\triangleleft (P) R2$.

Означення 10. Тета-з'єднання відношень $R1$ та $R2$, визначає нове відношення $R3$, яке містить кортежі з декартового добутку відношень $R1$ та $R2$, що задовольняють предикату P.

$R1 >\triangleleft (P) R2 = \sigma[P](R1\times R2)$

З'єднання за еквівалентністю (EQUIJOIN):

Записується та позначається так само як тета-з'єднання.

Означення 11. З'єднання за еквівалентністю відношень $R1$ та $R2$ визначає нове відношення $R3$, яке містить кортежі з декартового добутку відношень $R1$ та $R2$, що задовольняють предикату P (предикат передбачає тільки порівняння на рівність)

$R1 \triangleright\triangleleft (P) R2 = \sigma[P](R1\times R2)$;

$P(X=Y)$,

де X, Y — набори атрибутів із $\{A1, A2,\ldots Ak\}$ та набори значень відповідного до атрибутів типу.

Природне з'єднання (NATURAL JOIN):

позначення операції: $[\triangleright<]$,

запис операції: $R1 \triangleright\triangleleft R2$.

Якщо у відношеннях, до яких пристосовано операцію добутку, є хоча б два рівні атрибути й один з них виключається (що можна зробити за допомогою проекції) результат називається природним з'єднанням.

Означення 12. Природним з'єднанням відношень $R1$ та $R2$ називається нове відношення $R3$, у якому є з'єднання за еквівалентністю двох відношень $R1$ та $R2$, виконане за всіма загальними атрибутами X, з результатів якого виключається по одному примірнику кожного загального атрибуту.

$R1 \triangleright\triangleleft R2 = \Pi[X](R1\times R2)$

$X\in R1, R2$

Операція з'єднання використовується для відновлення складних відношень декомпозованих за вимогами нормалізації.

Композиція. Ця модифікація природного з'єднання відрізняється від природного тим, що з результуючого відношення віддаляються обидва атрибути з'єднання. Отож ступінь результуючого відношення на дві одиниці менший, ніж сума ступенів відношень.

(Ліве) зовнішнє з'єднання [$\supset\!\lhd$] (OUTER JOIN)

позначення операції: [$\supset\!\lhd$],

запис операції: $R1 \supset\!\lhd R2$.

При з'єднанні двох відношень часто виникає така ситуація, що для кортежу одного відношення не знаходиться відповідний кортеж в іншому відношенні. Інакше кажучи, в атрибутах з'єднання опиняються незбіжні значення. Однак інколи потрібно, щоб кортеж з одного відношення був поданий у результатах з'єднання, навіть якщо в іншому відношенні немає збіжного значення. Ця мета може бути досягнута за допомогою зовнішнього з'єднання.

Означення 13. Зовнішнім (лівим) з'єднанням відношень $R1$ та $R2$ є нове відношення $R3$, яке є з'єднанням, при якому кортежі відношення $R1$, що не мають збіжних значень у загальних стовпцях відношення $R2$, також включаються у результуюче відношення $R3$.

$$R1 \supset\!\lhd R2 = \sigma[P](\Pi[X](R1 \times R2)), \quad (12)$$

$$P(X|Y\theta Z).$$

де $X|Y$ — загальні атрибути відношень $R1$ та $R2$; Z — значення загального атрибуту.

Напівз'єднання (SEMIJOIN):

позначення операції: $[\rhd_P]$ або $[\rhd(P)]$,

запис операції: $R1 \rhd (P)R2$.

Означення 14. Напівз'єднання відношень $R1$ та $R2$ визначає нове відношення $R3$, що містить ті кортежі відношення $R1$, які входять у з'єднання відношень $R1$ і $R2$:

$$R1 \rhd (P)R2 = \Pi[A](R1 \rhd\!\lhd (P)R2). \quad (13)$$

Перетин (INTERSECT):

позначення операції: [$\cap$],

запис операції: $R1 \cap R2$.

Означення 15. Перетин відношень $R1$ та $R2$ визначає нове відношення $R3$, яке включає всі кортежі, що містяться в $R1$ та одночасно в $R2$ і всі дублікати кортежів виключені. При цьому відношення $R1$ і $R2$ мають бути сумісними за об'єднанням.

$$R1 \cap R2 = R1 - (R1 - R2). \quad (14)$$

Ділення відношень (DEVIDE або R1 DEVIDEBY R2 PER X):
позначення операції: [÷] або [R÷S(X)],
запис операції: R1÷R2(X).

Означення 16. Визначає відношення, що складається з безлічі кортежів відношення $R1$, які визначені на атрибутах X, відповідної комбінації всіх кортежів відношення $R2$, де X — безліч атрибутів, що є у відношенні $R1$, але немає у відношенні $R2$.

$$R1 \div R2(X)=\Pi[X](R1)-\Pi[X]((\Pi[X](R1)\times R2)-R1), \qquad (15)$$

або якщо декомпозувати, то можна записати:

$$T1 \leftarrow \Pi[X](R1)$$
$$T2 \leftarrow \Pi[X]((T1\times R2)-R1) \qquad (16)$$
$$R1 \div R2(X)= T2-T1.$$

Окрім наведених восьми первинних операцій та їх модифікацій, а також операцій декомпозиції, реляційну алгебру [1, 6] надалі було розширено декількома іншими операціями:

1. Напіврізниці (SEMIMINUS);
2. Розширення (EXTEND);
3. Групування (GROUP) та розгрупування (UNGROUP);
4. Агрегування (SUMMARIZE);
5. Транзитивного замикання (TClose).

У роботі засобами алгебри алгоритмів описано п'ять основних операцій реляційної алгебри. Їхнім застосуванням описано ще дев'ять додаткових операцій і наведено опис додаткових операторів. Дотримуючись принципу замкнутості формалізованими операціями можна описувати нові операції реляційної алгебри. Результати роботи можуть бути використані для дослідження алгоритмів роботи баз даних.

1. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных: пер. с англ. / К. Дж. Дейт — М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1328 с. 2. Кодд Э. Ф. Расширение реляционной модели для лучшего отражения семантики: пер. с рос. / Э. Ф. Кодд // Системы управления базами данных 5/1996. // ACM Transactions on Database Systems. — Vol. 4. — December 1979. 3. Коннолли Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика.: пер. с англ. / Т. Коннолли, К. Бегг. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. — 1440 с. 4. Овсяк В. К. Засоби еквівалентних перетворень алгоритмів інформаційно-технологічних систем. / В. К. Овсяк // Доповіді Національної академії наук України. — 1996. — № 9. — С. 83–89. 5. Owsiak W. Teoria algorytmov abstrakcyjnych i modeowanie atematyczne systemow informacyjnych / W. Owsiak, J. Owsiak // Opole: studia i monografie. — «Politechnika opolska», 2005. — 275 s. 6. Ovsyak V. K. Computation models and algebra of algorithms / V. K. Ovsyak // Інформаційні системи та мережі. — 2008. — № 621. — с. 3–18.

ОПИСАНИЕ ОПЕРАЦИЙ РЕЛЯЦИОННОЙ АЛГЕБРЫ СРЕДСТВАМИ АЛГЕБРЫ АЛГОРИТМОВ

Рассматривается задача описания 5 основных и 9 дополнительных операций реляционной алгебры средствами алгебры алгоритмов. Разработана система обозначений дополнительных операций и операторов.

THE DESCRIPTION OF RELATIONAL ALGEBRA OPERATION BY MEANS ALGEBRA OF ALGORITHMS

The description of 5 main and 9 additional relational algebra operation by means algebra of algorithms are considered here. Notation system of additional operators and operation are developed here.

Стаття надійшла 15.12.09.

УДК 681.3.665

М. М. Луцків, М. М. Мусійовська
Українська академія друкарства

МОДЕЛЮВАННЯ І ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРИТТЯ ТОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ В КОРОТКІЙ ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ

Розглядається задача моделювання і побудови статистичної характеристики покриття зображення фарбою лінійної тональної шкали у фарбодрукарській системі з анілоксовим фарбоживильним пристроєм, наведено результати комп'ютерного симулювання.

Моделювання, математична модель, тональна шкала, фарбодрукарська система

Наявні фарбові апарати друкарських машин високого і плоского друку мають ряд недоліків, зокрема, складну і громіздку конструкцію. Вони містять до 20 і більше фарбових валиків, дуже великий фарбоживильний механізм, який може мати 10–20 і більше гвинтів зонального налагодження подачі фарби на заданий наклад. Для автоматизації налагодження фарбової системи потрібна багатоканальна система з багатьма виконавчими мікродвигунами, число яких дорівнює числу зон налагодження. Ці та інші недоліки обумовили розробку фарбових систем з простішою конструкцією фарбоживильного пристрою.

Західні фірми розробили нові фарбові системи офсетних друкарських машин, у яких подача фарби здійснюється растровим циліндром (анілоксом),