

УДК 681.3.07

В. Шаряк

*Івано-Франківський інститут менеджменту і економіки
„Галицька академія”*

РЕАЛІЗАЦІЯ БАГАТОРІВНЕВОЇ РЕКУРЕНТНОЇ БАЗИ ДАНИХ У БАЗИСІ ГАЛУА

У статті викладено принципи побудови рекурентної бази даних у базисі Галуа та проведено аналіз ефективності кодування ідентифікаційних даних на прикладі ієрархічно-реляційної бази даних китайської корпорації „Тянь Ші”. Аналіз організаційної структури баз даних, якими користуються великі міжнародні корпорації, засвідчує, що найбільш широкоживаною для кодування ідентифікаційних даних є багаторівнева ієрархічно-реляційна структура. При цьому очевидна велика надлишковість кодування та їхня низька завадозахищеність, що аналізувалося у дослідних роботах, де на основі ієрархічних структур обґрунтовано принципи та показано ефективність кодування ідентифікаційних даних на основі багатомірної рекурентної організації баз даних та баз знань у базисі Галуа.

Ключові слова: бази даних, базис, кодування, структури, ідентифікаційні дані, організаційні дані, коефіцієнт.

V.Sharyak

REALIZATION OF MULTILEVEL RECURRENT DATABASE IS IN BASE OF GALOIS

In the article the principles of recurrent database in Galois base are described and the analysis of efficiency of the coding of identification data on the example of hierarchically-relation database of the Chinese corporation „TIANS ” is conducted. The analysis of organizational structure of databases which are used by big international corporations shows that the multilevel hierarchically- relation structure is the most widely-used one for the coding of identification data. Thus the large surplus of coding and its low hindrance protection are obvious. This problem was discussed in the research works where on the basis of hierarchical structures the principles were grounded and the efficiency of identification data coding on the basis of the multilevel recurrent organization of the database in the knowledge base in Galois base was presented.

Key words: databases, bases, codeng, structure, identification data, organization data, coefficient.

Умовні позначення:

БД – бази даних; БЗ – бази знань; n – корінь; n_1, \dots, n_k – підкорені; T_1, \dots, T_l – дерева; $ЗЛ, СрЛ, БрЛ$ – піддерева; k_1, \dots, k_k – вузли; l_1, \dots, l_k – листя; I_j – загальний обсяг даних; X – байт; $n \cdot X$ – кількість алфавітно-цифрових даних у кожній позиції двомірного файла; ID – ідентифікаційні дані дистриб’ютора; OD – організаційні дані дистриб’ютора; I_{OD}, I_{ID} – ефективність кодування $БД$; K_{e_1}, K_{e_2} – коефіцієнти ефективності $БД$;

K_n – коефіцієнт надлишковості кодування ID у $БД$.

Вступ. Потужний розвиток сучасних інформаційних систем потребує відповідного розвитку теоретичних засад реалізації $БД$ та $БЗ$. Особливо великі масиви даних формуються, підлягають зберіганню та оперативно циркулюють у каналах зв’язку міжнародних корпорацій, до яких належить міжнародна китайська корпорація „Тянь Ші”.

Аналіз організаційної структури $БД$ та $БЗ$, яким користуються великі міжнародні корпорації, засвідчує, що найбільш широкоживаною для кодування ідентифікаційних даних є багаторівнева ієрархічно-реляційна структура [1,2,3,4]. При цьому очевидна велика надлишковість кодування та їхня низька завадозахищеність, що аналізувалося у роботах [5,6], де на основі ієрархічних структур обґрунтовано принципи та доведено

ефективність кодування *ID* на основі багатомірної рекурентної організації *БД* у базисі Галуа. Наприклад, подаємо схему діяльності інфраструктури корпорації „Тянь Ші”, що зображена на рис.1 і табл.1 [1].

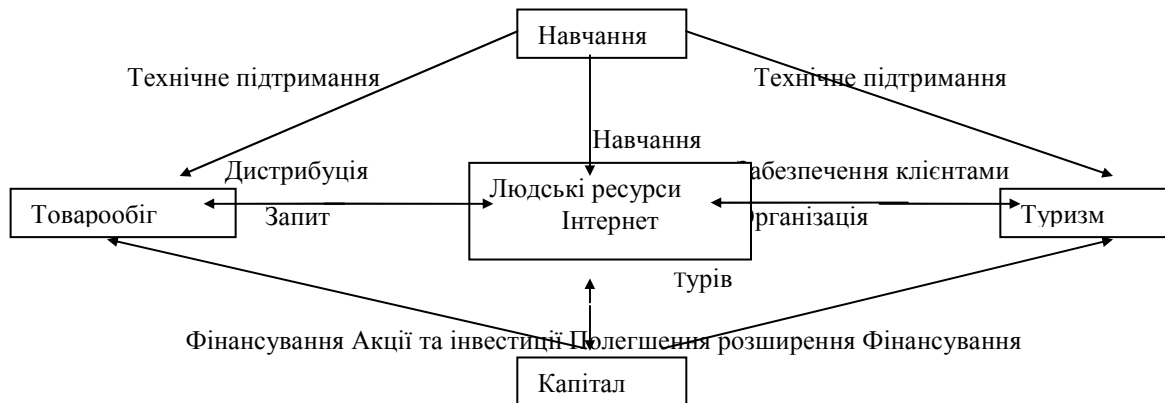


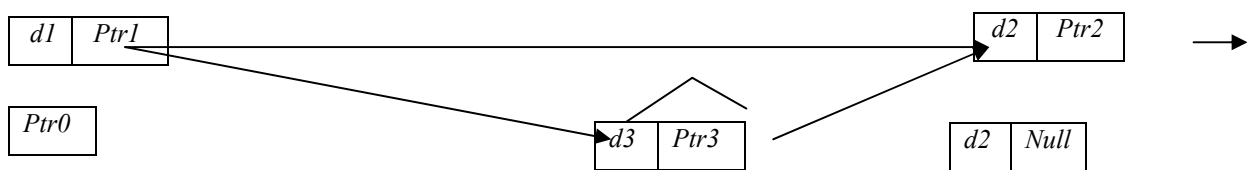
Рисунок 1 – Циклічний граф шести мереж міжнародної корпорації „Тянь Ші”

1. Загальні принципи опрацювання лінійних списків

Лінійні структури поділяють на два типи: масиви і зв'язані лінійні списки. Масиви – статичні структури однотипних елементів, доступ кожного з них здійснюють за номером елемента. Переваги: швидкий доступ до будь-якого елемента. Недолік: неможливість зміни розміру масивів і виконання програми.

Зв'язані лінійні списки за перевагами і недоліками протилежні масивам. Список – це послідовність вузлів, кожен з яких є структурою, що містить, крім самого значення вузла, вказівник – наступний вузол. Зі списком працюють, маючи вказівник на його перший вузол. Для доступу до потрібного значення по чергово перебирають усі вузли, доки не натраплять на шукане значення в односпрямованих списках. Рух здійснюється з початку списку до його кінця (рис.2).

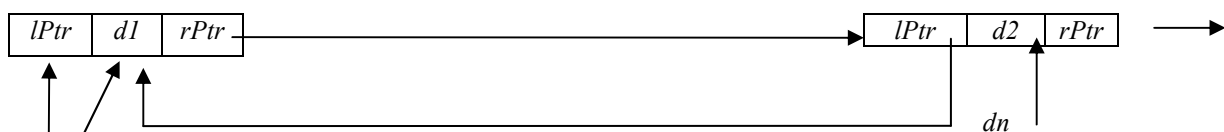
У двонаправленому списку переміщення між вузлами довільне. Кожен вузол, крім вказівника на наступний, містить і вказівник на попередній. Останній вузол списку містить нульовий вказівник. Усі операції, зведені на введення змін щодо сортування, вставляння, видалення вузлів зв'язаного списку, зводяться до зміни значень вказівників у вузлах – рис.3 [2,3,4,5].



видалення

де *d1,2,3* – списки
Ptr0,1,2,3 – покажчик
Null – ніщо

Рисунок 2 – Модель однонаправленого списку



d1 - n – списки
де *lPtr* – left Pointer – лівий покажчик
rPtr – right Pointer – правий покажчик

Рисунок 3 – Модель двонаправленого списку

2. Загальні принципи опрацювання нелінійних списків

Нелінійний список – це дерево-структура даних, що містить множину вузлів з одним виділеним вузлом, який називають коренем, а інші вузли мають розділену скінченну кількість множин, які не перетинаються і кожна з них теж є деревом (рис.4). Множина – це набір елементів, які не мають спільних пересічених елементів, а дерево має.

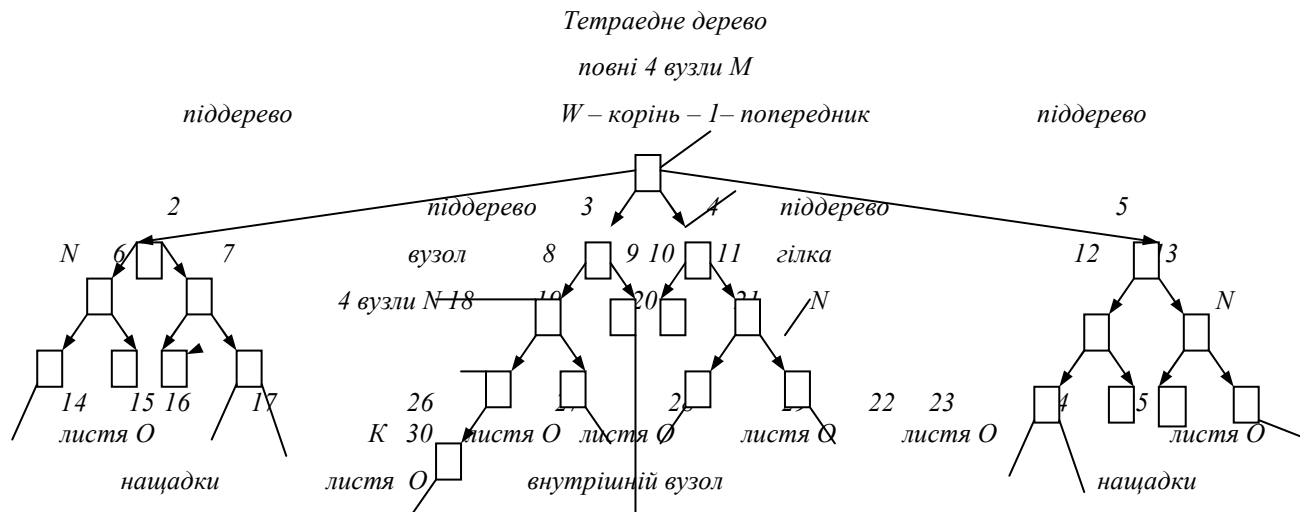


Рисунок 4 – Ієрархічна структура тетраедного дерева

Властивості дерев:

- існує один вузол, який немає попередників, – корінь W дерева;
- решта вузлів мають тільки одного попередника;
- для будь-якого вузла K існує послідовність вузлів від K до W -кореня, яку називають гілкою дерева;
- ступінь вузла – це кількість його напрямлень у найвищому ступені; він визначає порядок дерева;
- дерево ступеня M називають повним, коли будь-який вузол має ступінь N або O ;
- вузли дерева зі ступенем O називають листями, а решта – внутрішніми вузлами.

Пряме проходження дерев: спочатку відвідують корінь, а потім, у прямому порядку, відвідують його піддерева –

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

Обернене проходження дерева: в оберненому порядку проходять піддерева, а потім проходять його корінь – 2, 6, 14, 15, 17, 7, 3, 8, 18, 26, 30, 19, 27, 10, 20, 28, 29, 21, 11, 4, 12, 22, 23, 24, 25, 13, 5, 1. [2, 3, 4, 5].

3. Алгоритми опрацювання тетраедних дерев

Тетраедні дерева – це дерева другого порядку, їх використовують для записування арифметичних виразів. У корені дерева розміщується знак операції, а операнти – в чотирьох піддеревах, тому всі числа і зміни подаються у листи, а внутрішні вузли міститимуть знаки операції. Операція, яку виконують останньою, буде у кореня дерева – рис.4. Тетраедні дерева поділяють на два типи: збалансовані та незбалансовані.

У збалансованих деревах кожен вузол має однакову кількість гілок, процес під'єднання нових гілок у вузли дерева йде зверху вниз, а кожен рівень дерева – зліва направо. У незбалансованих деревах кожен вузол немає однакової кількості гілок, вона змінюється, під'єднання нових гілок у вузли дерева йде згори вниз, а на кожному рівні дерева – зліва направо.

Алгоритм вставляння вузла на дереві базується на його означенні та є рекурсивним. Структуру тетраедного дерева можна легко зобразити як мережевий маркетинг-план корпорації „Тянь Ші” [2, 3, 4, 5].

4. Аналіз характеристики кодування ІД в ієрархічно-реляційній БД структурі багаторівневого маркетингу корпорації „Тянь Ші”

Функції корпорації „Тянь Ші” реалізуються п'ятьма ієрархічними рівнями дистриб'юторів на основі тетраедного дерева, що забезпечує структуру дистриб'юторської організації у складі 1024 осіб. Дистриб'ютор 4*-ох зірок І рівня (наставник) традиційно в перший рівень підписує 4 нових заявників (нових дистриб'юторів 1*), на 2 рівні – 16 дистриб'юторів, на 3 – 64, на 4 – 256, на 5 – 1024, але кількість рівнів не перевищує п'яти – табл.1. Маркетинг-план мережевого маркетингу корпорації „Тянь Ші” на конференції 6-ої річниці цієї організації 3 серпня 2001 року у Санкт-Петербурзі світові економісти визнали як найкращу модель багаторівневого маркетингу в світі, тому автори розробили і вперше запропонували у західному регіоні „Тянь Ші-Україна” багаторівневу ієрархічно-реляційну структуру БД – як найбільш ефективну в роботі мережевого маркетингу корпорації. Це засвідчує, що застосування ієрархічно-рекурентної організації БД у базисі Галуа є найефективніше та може забезпечити зменшення надлишковості кодування даних, які формуються, зберігаються і передаються міжнародними каналами зв'язку на один-два порядки більше [6,7,8,9].

Структури, наведені в табл.1, 2, є типовими на всіх рівнях корпорації, вони охоплюють міста та регіони більше 200 країн світу .

Наприклад, в Україні існують 5 регіональних представництв корпорації „Тянь Ші” (східний, північний, центральний, південний та західний), які охоплюють усі 25 областей України. Університет „Тянь Ші” має наміри співпрацювати з ТДТУ ім. І.Пулюя.

Характеристику частотності $F(r)$ розраховують у відсоткових значеннях реальної кількості дистриб'юторів на кожному рівні R^* від їхньої загальної кількості, що наближається до логарифмічного Гаусівського розподілу згідно з рис.5.

Таблиця 1 – Багаторівнева ієрархічно-реляційна структура БД МВР корпорації „Тянь Ші”

Ступінь Зірка*	Почесне звання	Товарообіг мережі за місяць в у.о.	Разом з обсягом мережі в у.о.	Винагорода
МВР	Менеджери вищого рівня			
Пр	Президент			
ПЧП	Почесний член правління	120 000	4V ЗЛ	5%
Л5*	Лев 5 діамантів	30 000	10V	10%
Л4*	Лев 4 діамантів	30 000	8V	10%
Л3*	Лев 3 діамантів	30 000	7V	10%
Л2*	Лев 2 діамантів	30 000	6V	10%
Л1*	Лев 1 діаманта	30 000	5V	10%
МСР	Менеджери середнього рівня			
ЗЛ	Золотий лев	1000	4V	10%
СЛ	Срібний лев	2000	3V	15%
БЛ	Бронзовий лев	3000	2V	20%

Таблиця 2 – Багаторівнева ієрархічно-реляційна структура БД МНР корпорації „Тянь Ші”

Ступінь Зірка*	Кваліфікаційний ранг	Накопичувальний об'єм в у.о.	Товарообіг особистий за місяць в у.о.	Разом з обсягом мережі в у.о.	Кількість дистриб'юторів на рівнях	Частотність в %
8* V	Лідер дистриб'юторської організації	400 000	300	3 IV	1	0,006
7*IV	Лідер дистриб'юторської структури	100 000	200	3 III	4	0,024
6*III	Керівник офісу	25 000	50	3 II	16	0,098
5*II	Верхній наставник	6 000	20	3 I	64	0,39
4*I	Наставник	1 500	10	3 H	256	1,56
3*H	Дистриб'ютор	300	-	-	1024	6,25
2*П	Споживач	299	-	-	4096	25,0
1*К	Заявник	99	-	-	16384	100

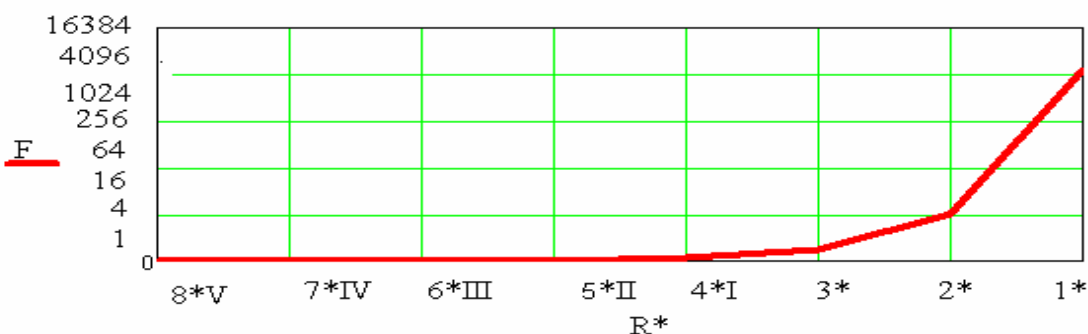


Рисунок 5 – Графік характеристики розподілу кількості дистриб'юторів F(r) на різних рівнях R*

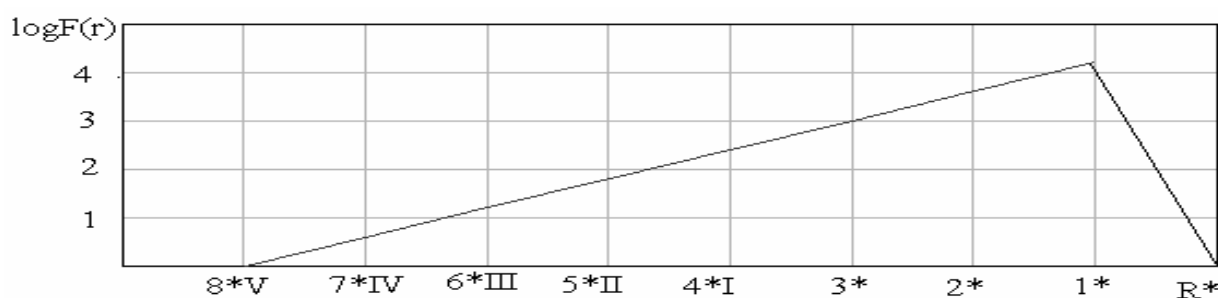


Рисунок 6 – Графік логарифмічної характеристики розподілу кількості дистриб'юторів F(r) на різних рівнях R*

У табл.3 та рис.7 зображено „Структурне дерево” ієрархічно-реляційної організації ID корпорації, яке містить такі дані: Tier – відстань до верхнього наставника, D_id - Distributor_id- – ідентифікаційний номер дистриб'ютора, D_N-Distributor_Name – ПІБ дистриб'ютора, S_id-Sponsor_id – ідентифікаційний номер наставника, S_N-Sponsor_Name – ПІБ наставника, A_PV-Accumulative_PV – основний нагромаджувальний обсяг структури, TNPV – мережевий обсяг за поточний місяць, GPV – груповий обсяг, P_APV-Personal_APV – особистий нагромаджувальний обсяг, P_PV-Personal_PV – особисті місячні закупівлі, P_BV-Personal_BV – особистий мережевий обсяг, R-Rank – ступінь, зірка, s_id-shop_id – номер підприємства, orderno – наказ на грошовий переказ.

Таблиця 3 – Середньостатистичні параметри даних ієрархічно-реляційної структури БД,

Tier	D_id	D_N	S_id	S_N	A_P V	TNPV	GPV	P_APV	P_P V	P_BV	R	s-id	order
2·X	8·X	24·X	8·X	24·X	12·X	2·X	3·X	5·X	5·X	9·X	1·X	8·X	7·X
...
...
2·X	8·X	24·X	8·X	24·X	12·X	2·X	3·X	5·X	5·X	9·X	1·X	8·X	7·X

ID
 OD

де: X – байт, ID – ідентифікаційні дані дистриб'ютора, OD – організаційні дані дистриб'ютора.

У табл.3 символ $n \cdot X$ означає кількість алфавітно-цифрових даних у кожній позиції двомірного файлу ланцюга Маркова ($n = 1, 2, \dots$). Таким чином, при заданій кількості користувачів, згідно з табл.2, можна визначити обсяг алфавітно-цифрових даних одного кортежу БД корпорації „Тянь Ші”. Для зберігання даних кортежу реляційної БД, виходячи з умови байт-орієнтованого кодування, загальний обсяг даних можна обчислити за формулою:

$$I_j = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k d_{ij}, \tag{1}$$

де d_{ij} – обсяг даних ij -го атрибута кортежу; ($i=1, 2, \dots, \kappa$) – кількість атрибутів; ($j = 1, 2, \dots, m$) – кількість кортежів.

Аналіз табл.3 доводить, що обсяги OD діяльності дистриб'юторів визначаються доменами :A_PV, TNPV, GPV, P_APV, P_PV, P_BV, а ID описуються доменами : Tier, D_id, D_N, S_id, S_N, R, s_id, orderno. Таким чином, ефективність кодування БД ієрархічно-реляційної архітектури можна визначити за формулами відносного та наведеного оцінювання:

$$K_{e_1} = \frac{I_{ID}}{I_{OD}} ; \quad K_{e_2} = \frac{I_{ID} - I_{OD}}{I_{OD} + I_{ID}} \cdot 100\%. \tag{2}$$

Ефективність кодування БД ієрархічно-реляційної архітектури, яка відповідає корпорації „Тянь Ші”, можна визначити за формулою (2):

$$I_{OD} = 27 \cdot X; \quad I_{ID} = 82 \cdot X. \tag{3}$$

Підставляючи дані у вирази формули (2), отримуємо значення коефіцієнта ефективності

$$K_{e_1} = 3,037; \quad K_{e_2} = 50,0 \%, \tag{4}$$

що відповідає більш ніж двократній надлишковості кодування ID щодо OD , або 50,0 % відносній надлишковості кодування ID .

Практично у корпорації „Тянь Ші” використовують універсальну систему кодування ID у вигляді двох 8-розрядних десяткових кодів, які ідентифікують код наставника і дистриб'ютора в будь-якій структурі й підрозділі у будь-якій країні світу, на ринку яких працює корпорація „Тянь Ші”. Це складає 64 бітів двійково-десяткового коду, або символно-байтового стандартного коду. При цьому обсяг бази ідентифікаційних даних менеджерів нижчого рівня корпорації „Тянь Ші” складає $11200 \times 128 = 1433600$, а загальна кількість можливих ідентифікованих членів – 2^{64} осіб дистриб'юторів і споживачів населення Землі.

На рис.6 відображено ієрархічну структуру корпорації „Тянь Ші” системи ідентифікації дистриб'юторської організації багаторівневого маркетингу (БРМ), яка

Тетраедне дерево корпорації „Тянь Ші”

Президент корпорації „Тянь Ші” Лі Дзінь Юань

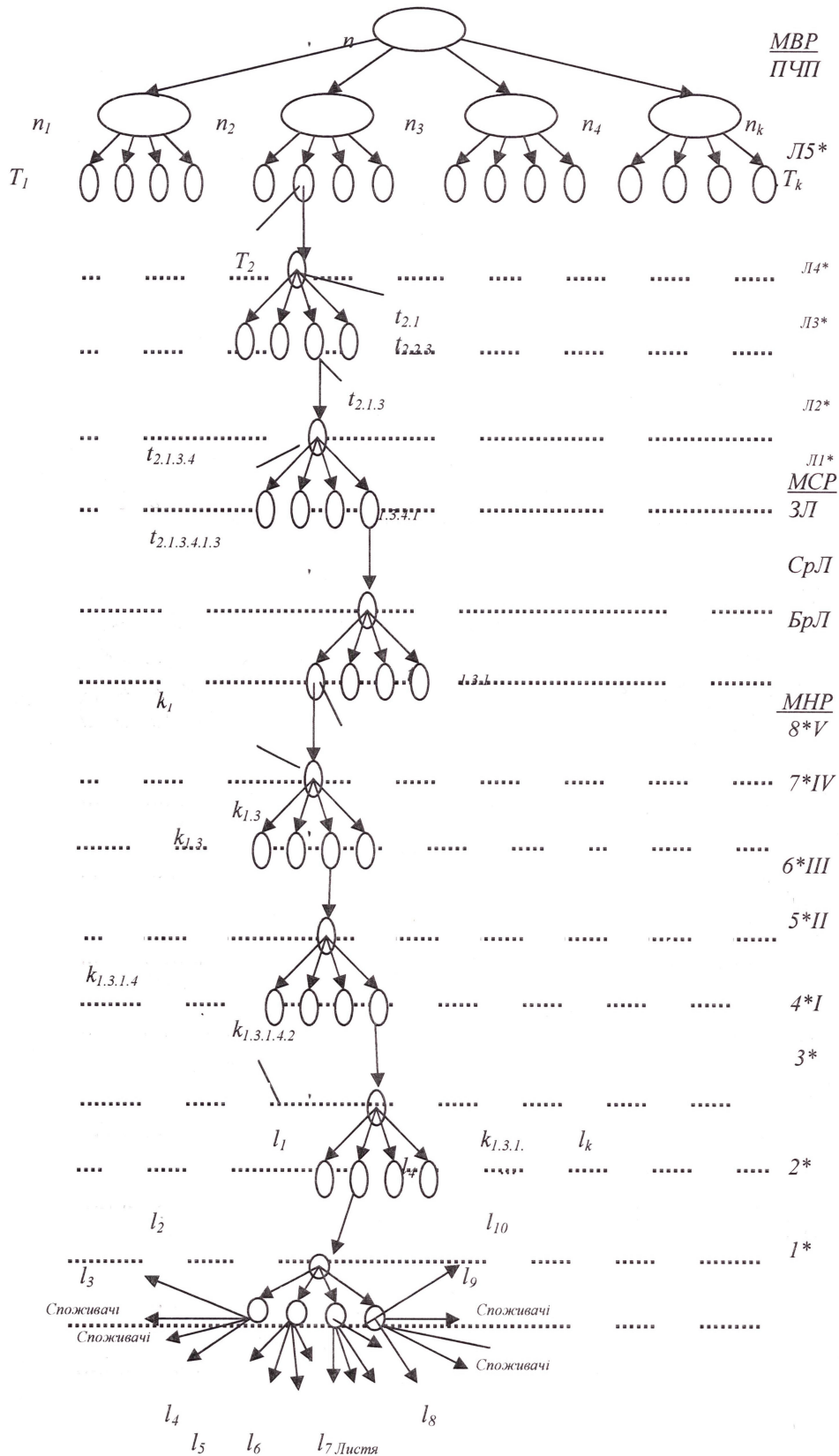


Рисунок 7 – Ациклічний граф. Велике незбалансоване дерево $n-n_k, T_1, \dots, T_l, l_1-l_k$ – схема організаційної ієрархічної структури БД корпорації „Тянь Ші”

належить до класу дерев зі зв'язаними списками [2,3], де: n -корінь – президент міжнародної китайської транснаціональної корпорації „Тянь Ші”; n_1, \dots, n_k – підкорені: віце-президенти корпорації, почесні члени правління; $3Л5^*$ – „Золоті леви п'яти зірок”; T_1, \dots, T_l – дерева; $3Л4^*$ – виконавчі директори, тобто менеджери вищого рівня;

$3Л4^*-3Л$ – піддерева, „Золоті леви чотирьох зірок”; $СрЛ$ – „Срібні леви”, міжнародні лектори; $БрЛ$ – „Бронзові леви”, керівники середніх підрозділів, національні лектори, тобто менеджери середнього рівня;

$к_1, \dots, к_к$ – вузли-дистриб'ютори; 8^* – регіональні лектори; 7^* – лідери дистриб'юторських організацій; 6^* – майстри, утримувачі офісів, завідувачі майстерень, відділів; 5^* – бригадири, керівники-координатори груп; 4^* – ланкові, керівники груп, тобто менеджери нижчого рівня;

3^* – наставники, які працюють за спонсорською програмою; 2^* – дистриб'ютори, які працюють за торговою програмою; дистриб'ютори 1^* – заявники, учні, які працюють за споживчою програмою;

l_1, \dots, l_k – листя, тобто кандидати в дистриб'ютори, споживачі.

На рис.8 відображено ієрархічну структуру менеджерів нижчого рівня корпорації

„Тянь Ші”. Для визначення певної ланки (наприклад, дистриб'юторської організації №1) структури від лідера до дистриб'ютора і заявника, згідно з рис.7, відстежуємо шлях: $0 - 1 - 2 - 3 - 1 - 2 - \dots$, тобто лідер-дистриб'ютор підписує у свою групу $1 - 4 - \dots$ нових заявників, які дублюють своїх наставників. Таким чином, відстежуючи шлях, присвоюємо номер дистриб'ютору 1 рівня – код 01, 2 рівня – код 012, 3 рівня – код 0123, 4 рівня – код 01231, 5 рівня – код 012312, новому заявнику – код 0123124. Відповідно з десятковою системою числення переходимо на кодування даних у двійковій системі числення у базисі Галуа, що зображено в табл.5.

Якщо взяти окрему структуру дистриб'юторської організації (вузла $к_1$) і, починаючи з лідера $1^* 0$ рівня, пройти шлях до $8^* 5$ рівня, зафіксувавши шлях згідно з порядком підписання контракту та розміщенням на певному рівні у групах, буде присвоєно відповідний номер, який можна закодувати в базисі Галуа (рис.7,8.), що відображено в табл.5. Відкривши код ієрархічної структури за його номером, відкриваємо реляційну БД усієї структури кожного дистриб'ютора світу корпорації „Тянь Ші” [6,7,8,9].

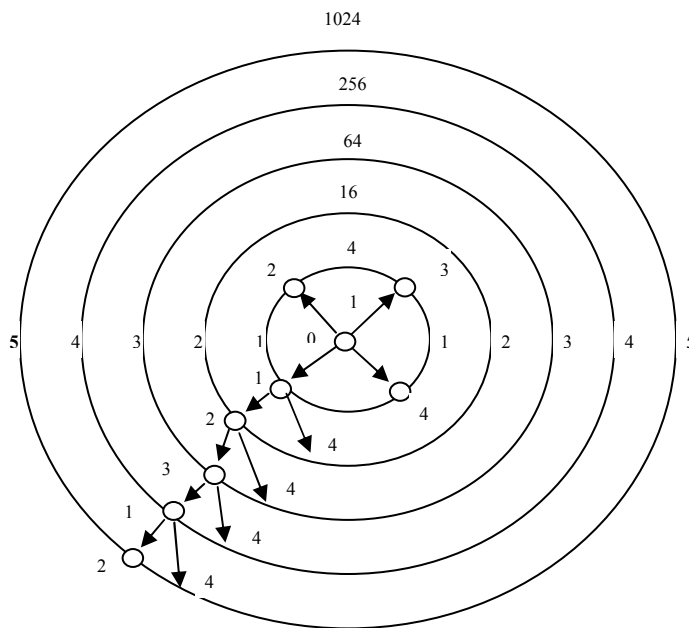


Рисунок 8 – Ациклічний граф п'ятих рівнів. Вузли $к_1, \dots, к_к$ незбалансованих піддерев; ієрархічна структура менеджерів нижчого рівня: наставників 8^*5-4^*1 рівня, дистриб'юторів $3^*, 2^*$ зірок; l_1, \dots, l_k – листя, заявники 1^* зірки та споживачів 1, 4, 16, 64, 256, 1024...

2. Принципи організації багаторівневої рекурентної БД у базисі Галуа

Теоретичні положення кодування *ID* у багаторівневій рекурентній організації *БД* викладені в [5,6,7,8]. Рекурентно-реляційну організацію *БД*, еквівалентну ієрархічно-реляційній організації, яку використовують у корпорації „Тянь Ші”, зображено в табл.4.

Таблиця 4 – Кодування символів дистриб’юторів БРМ та їхніх структур

Rank	Distributor_ id	Distributor_ Name	Sponsor_ id	Sponsor_ Name	Keys_ codes	Symbols_ codes	Galua_ codes
8* 5	8·X	24·X	8·X	24·X	0	0	00
7* 4	8·X	24·X	8·X	24·X	01	.1	01
6* 3	...	...	...	...	012	..2	10
5* 2	...	...	...	...	0123	...3	11
4* 1	...	...	...	...	01231	....1	01
3* -	8·X	24·X	8·X	24·X	012312	....2	10
2* -	8·X	24·X	8·X	24·X	0123124	....4	00
1* -	8·X	24·X	8·X	24·X	01231245	..... 5	01

Числовий аналіз кодування ідентифікаторів *shop_id* –11200·X, показує, що кількість символів, які потрібно зберігати в *БД* корпорації „Тянь Ші” про код країни та ідентифікаційний номер дистриб’ютора, дорівнює $11200 \cdot X$. При кодуванні аналогічних даних на основі рекурентної БД у базисі Галуа маємо $208 \cdot X \cdot 300$.

Звідси коефіцієнт надлишковості кодування *ID* у *БД* корпорації „Тянь Ші” згідно з виразом (2) складає:

$$K_n = \frac{11200}{208} = 54,0. \quad (5)$$

Відповідно коефіцієнт надлишковості кодування ідентифікаційних кодів дистриб’юторів згідно з рис.1 у першому випадку становить $24 \cdot X$, а в другому – $11 \cdot X$.

Результати розрахунків кодування ідентифікаційних даних за рівнями дистриб’юторської організації на основі рекурентної *БД* у базисі Галуа відображено в табл.5, де G_i – послідовність бітів коду Галуа згідно з певним ключем, а \bar{G}_i – інвертовані біти Галуа, які вказують на початок ієрархічного підрівня БД [6,7,8,9].

Таблиця 5 – Кодування ідентифікаційних даних на основі рекурентних кодів поля Галуа

XXX	0	1	2	3	4	5	Код Галуа
... 0	8·X						GGGGG...G \bar{G} GGGGG
...	...						
... 1	8·X	8·X					GGGGG...GG \bar{G} GGGGG
...	...						
... 2		8·X	8·X				GGGG...GGG \bar{G} GGGGG
...	...						
... 3			8·X	8·X			GGG...GGGG \bar{G} GGGGG
...	...						
... 4				8·X	8·X		GG...GGGGG \bar{G} GGGGG
...	...						
... 5					8·X	8·X	G...GGGGGG \bar{G} GGGGG
...	...						
XXX						8·X	...

Висновки

У ХХІ столітті корпорація планує реалізувати 80% роздрібною торгівлі в мережевому маркетингу-21 і 20% – у класичній роздрібній торгівлі. Завдяки мережевому п'ятирівневому маркетингу тетраедричних груп дистрибуторських організацій компанії уперше запропоновано ієрархічно-рекурентну організацію *БД* у базисі Галуа.

Проведений аналіз оцінювання ефективності кодування *ID* та *OD* на прикладі корпорації „Тянь Ші“ засвідчує, що застосування ієрархічно-рекурентної організації *БД* у базисі Галуа є найбільш ефективним та може забезпечити зменшення надлишковості кодування даних, які формуються, зберігаються і передаються міжнародними каналами зв'язку більше на один-два порядки. При цьому, враховуючи відносно низьку вартість засобів зберігання даних на фізичних носіях, які перебувають у діапазоні 10^6 - 10^{20} Гбайт, основного ефекту зниження собівартості руху даних у транснаціональних міжнародних корпораціях можуть досягти в каналах зв'язку локальні та глобальні комп'ютерні мережі та Інтернет, що при інтенсивному трафіку обміну даними 0-1 Гбайт/с може скласти сотні тисяч у.о. у рік.

Література

1. Міжнародна китайська транснаціональна корпорація „Тянь Ші”. <http://www.tiens.com>.
2. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах / Мартин Дж. – М.: Мир, 1980. – 662с.
3. Ахо . Структуры данных и алгоритмы / [Ахо и др.: пер. с англ.]. – М.: «Дом Вильямс», 2001. – 384с.
4. Гарсиа-Молина . Системы баз данных / [Гарсиа-Молина и др.]. – М.: «Дом Вильямс», 2004. – 1088с.
5. Пасічник В.В. Організація баз даних та знань / В.В. Пасічник, В.А. Резніченко. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 384с .
6. Шаряк В.В. Теоретико-числові базиси та їх застосування при організації бази даних / В.В. Шаряк, Я.М. Николайчук // Оптико-електронні, інформаційно-енергетичні технології. – Вінниця, 2006. – ВНТУ.– №2 (12).– С.59– 66.
7. Шаряк В.В. Системні характеристики баз даних та перспективні напрямки їх розвитку / В.В. Шаряк, Я.М. Николайчук // Моделювання та інформаційні технології. – Київ. ІЕД НАН України, 2007. – №1(1).– С. 38–45.
8. Шаряк В.В. Архітектура і кодування баз даних на основі теоретико-числових базисів / В.В Шаряк // Вісник ТДТУ ім. І.Пулюя. – 2007. – Т.12, №1. – С.171–179.
9. Шаряк В.В. Методи дослідження системних характеристик моделей бази даних / В.В.Шаряк // Вісник ТДТУ ім. І.Пулюя. – 2008. – Т. 13, №2. – С. 116 –121.

Одержано 19.12.2008 р.