

**РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ
ГІПОТЕТИЧНО ЗВ'ЯЗАНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Розвиток інформаційних технологій та їх проникнення в усі сфери людської діяльності нині вже ні в кого не викликає подиву. Виникло навіть поняття «інформаційне суспільство» [1]. Тому особливо гостро постає проблема створення надійно функціонуючих систем захисту інформації.

На сьогодні процес обробки даних в інтелектуальних системах базується на певних знаннях про предметну область. Проте самі системи подання знань, які моделюють діяльність людини, є недостатньо формалізованими. Розроблено досить багато способів подання знань. При цьому кожна система подання знань має свої переваги і недоліки, наділена певною структурою та ефективна в конкретних предметних областях [2]. Природно, що чим вищий ступінь узагальнення мови подання знань, тим ширший простір предметних областей, на яких вона може бути реалізована. Такою універсальною мовою подання знань можна вважати мову алгебри скінченних предикатів, завдяки алгебрологічному апарату якої стало можливим формалізувати довільні відношення [3, 4]. Мова алгебри предикатів і предикатних операцій ефективна та зручна для опису різної інформації, формування запитів у базах даних та моделювання діяльності людини.

Наразі розробляється структура, умови застосування, взаємозв'язків з іншими системами та комплексів задач між собою, режими роботи та принципи функціонування автоматизованої системи комплексних розрахунків (далі – АСКР) інтегрованої інформаційно-обчислювальної системи підприємства електров'язку.

Однією із задач, що розв'язує АСКР, є

задача знаходження гіпотетично зв'язаних абонентів. Вхідні дані представлені множиною всіх абонентів м. Харків, множиною абонентів, гіпотетичний зв'язок із якими необхідно встановити, а також номерами телефонів, за якими здійснювались дзвінки за певний проміжок часу. Необхідно знайти всіх абонентів Харкова, які можуть бути гіпотетично зв'язані між собою. Тут і надалі «під гіпотетично зв'язаними» слід розуміти не безпосередній зв'язок між об'єктами (абонентами), а весь ланцюг телефонних дзвінків, через який могла передаватись інформація.

У системі АСКР задача знаходження гіпотетично зв'язаних абонентів не розв'язувалась до кінця. Здійснювалось тільки декілька циклів пошуку, оскільки не було відомо критерію закінчення роботи алгоритму пошуку. У свою чергу, множина абонентів достатньо велика, щоб використовувати повний перебір. Кількість циклів була невеликою – від 2 до 5. Тому в більшості випадків всі розв'язки могли бути не знайдені. Можна вважати, що саме розроблений критерій, який ґрунтується на методі знаходження степеня лінійного логічного перетворення, дозволяє розв'язати поставлену задачу.

Наприклад, від певних служб надійшов запит про необхідність отримання даних щодо телефону (тобто на які телефонні номери дзвонили з даного телефонного номера за деякий проміжок часу). Отриманий результат знову надходив у вигляді запиту: хто дзвонив на ці телефонні номери і так декілька разів (циклів). При цьому всі дії виконувались оператором, а не автоматично.

Застосування методу знаходження

n -ого лінійного логічного перетворення дозволило автоматично знаходити повний розв'язок щодо заданого абонента.

1. Метод знаходження степеня лінійного логічного перетворення. Метод знаходження степеня лінійного логічного перетворення було викладено та обґрунтовано в [5; 6]. Формула для знаходження n -ого ступеня лінійних логічних перетворень має такий вигляд:

$$Q^{(n)}(y) = \bigwedge_{i=1}^n K_i Q(y),$$

де $K_i = K = K(x, y)K(y, x)$

$$P^{(n)}(x) = \bigwedge_{i=1}^n K'_i P(x),$$

де $K'_i = K' = K(y, x)K(x, y)$.

Розроблений метод знаходження степеня лінійного логічного перетворення $Q^{(n)}(y)$ можна розбити на кілька етапів. Спочатку необхідно знайти матрицю K , яка є суперпозицією ядер лінійних логічних перетворень з $P(x)$ в $Q(y)$ і, відповідно, з $Q(y)$ в $P'(x)$: $K = K(x, y)K(y, x)$.

На наступному етапі необхідно знайти кон'юнкцію всіх n суперпозицій ядра лінійного логічного перетворення та вхідного вектора.

Таким чином, можна зробити висновок, що n -е лінійне логічне перетворення

($n \geq 1$) залежить від виду матриці K . Важливо, що матриця K залежить тільки від області визначення змінної x . Тобто крок, на якому ступінь лінійного логічного перетворення при подальших діях не змінюється, безпосередньо залежить від розмірності області визначення змінної x .

Було доведено твердження про те, що якщо для знаходження степеня лінійного логічного перетворення на двох послідовних кроках значення перетворення повторюється, то це значення буде повторюватись також і на наступних кроках [5]. Тобто якщо при знаходженні n -ого степеня лінійного логічного перетворення було отримано однакові результати на n -ому та $n-1$ -ому кроках, то цей результат отримаємо також і на наступних $n+1$ -ому, $n+2$ -ому і т. д. кроках. Тоді таке лінійне перетворення і є шуканим.

Далі будемо користуватись цим твердженням для розв'язання задачі знаходження гіпотетично зв'язаних абонентів.

2. Розв'язання задачі гіпотетично зв'язаних абонентів. Наведемо приклад розв'язання задачі гіпотетично зв'язаних абонентів. Дані для розв'язання задачі візьмемо з бази даних наступної структури (рис. 1). За умов вибірки запиту пошуку необхідних даних за таблицями вказаної структури використовують також довідник разових послуг, а також довідник транкових груп.

Автоматичний міжнародний телефонний зв'язок

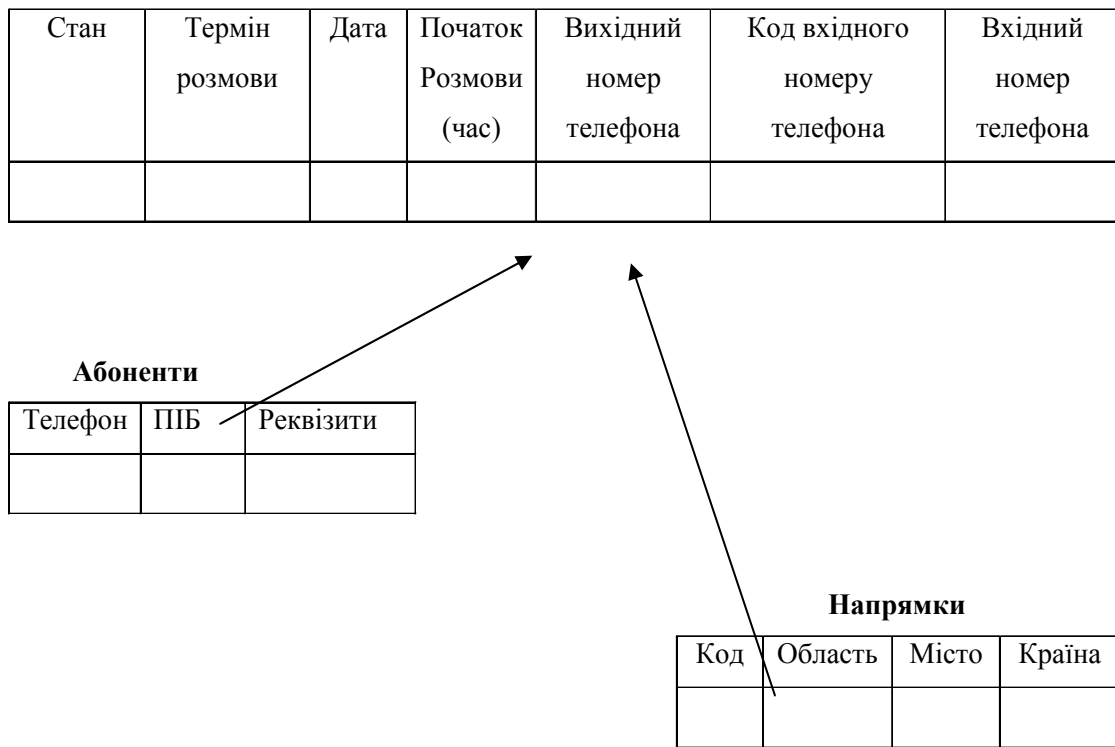


Рис. 1. Схема баз даних

Нехай змінні $x_i, i = 1, 2, \dots, 12, \dots$ – це номери телефонів м. Харків і Харківської області. Задача полягає в тому, щоб знайти всі номери телефонів абонентів, з якими можуть бути зв'язані абоненти з номерами x_1, x_2, x_4, x_7, x_9 . Множину номерів абонентів, на які зафіксовано вхідні дзвінки, позначимо y_j . З рис. 2 видно, що або-

ненти x_1, x_2, x_4, x_7, x_9 гіпотетично зв'язані з абонетами $y_1 - y_{24}$, – розв'язок знайдено за 3 кроки. Використання розробленого методу знаходження степеня лійного логічного перетворення дозволило мінімізувати час пошуку розв'язків цієї задачі.

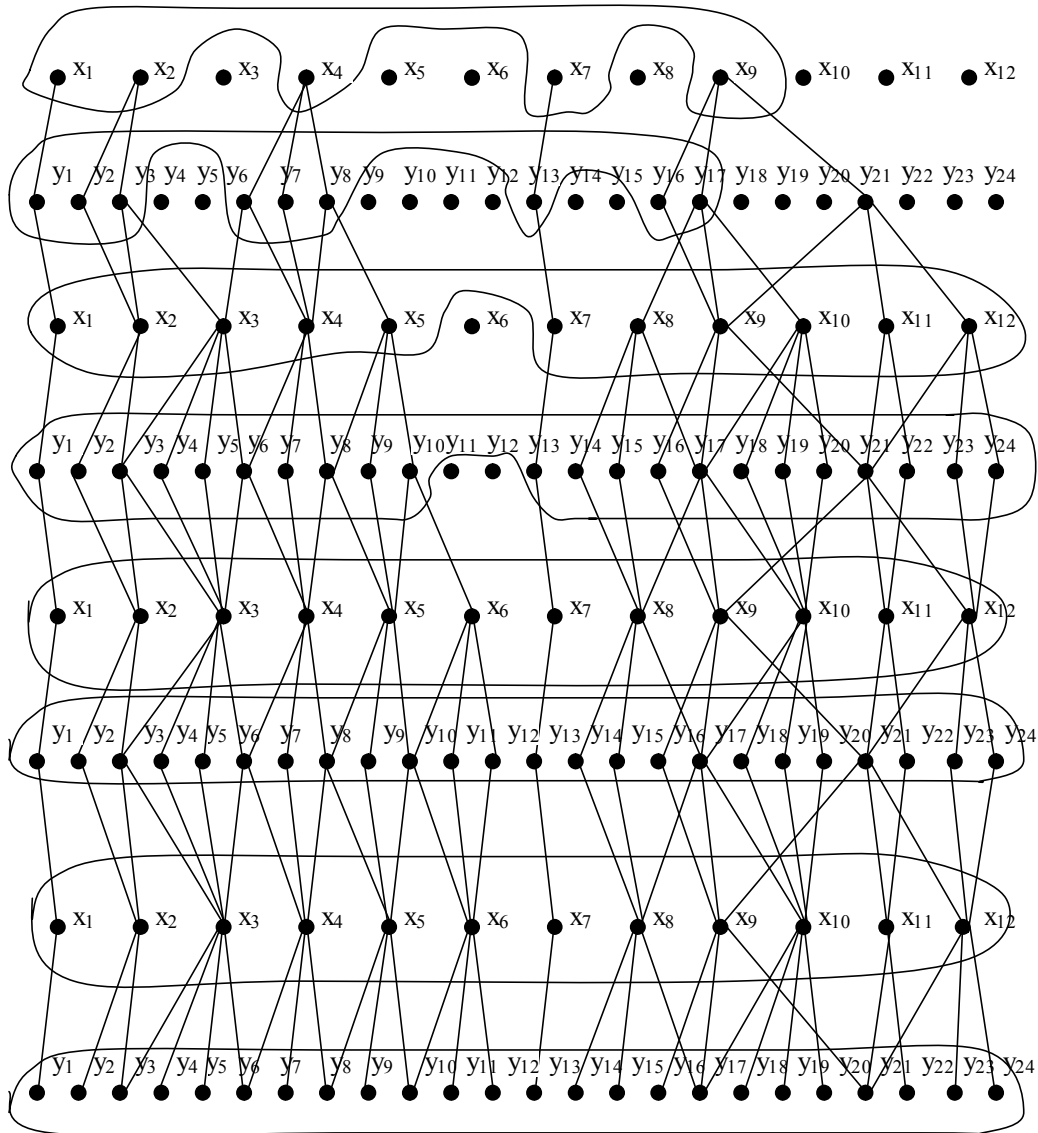


Рис. 2. Знаходження гіпотетично зв'язаних абонентів

Змінні x_i , $i=1,2,\dots,12,\dots$ – це номери телефонів м. Харків та Харківської області. Необхідно знайти номери телефонів абонентів, з якими можуть бути зв'язані абоненти з номерами:

- $x_1 = 0572230508$,
- $x_2 = 0572945376$,
- $x_4 = 0577124387$,
- $x_7 = 0577774004$,
- $x_9 = 0577711691$.

Множина номерів абонентів, куди надходили дзвінки, представимо таблицею 1.

Таким чином, було знайдено такі номери абонентів Харкова та Харківської області:

- $x_3 = 0577153256$,
- $x_5 = 0577356578$,
- $x_6 = 0572995633$,
- $x_8 = 0577332376$,
- $x_{10} = 0572278745$,
- $x_{11} = 0577126534$,
- $x_{12} = 0572937694$.

Множина номерів абонентів із вхідними дзвінками

Змінна	Номери телефонів	Місто	Область
1	2	3	4
y_1	80623434146	Донецький район	Донецька
y_2	80544894452	Ромни	Сумська
y_3	80623828631	Донецьк	Донецька
y_4	80623434145	Донецький район	Донецька
y_5	80574753997	Зміївський район	Харківська
y_6	80612765503	Запоріжжя	Запорізька
y_7	80574622943	Есхар	Харківська
y_8	80532590716	Полтава	Полтавська
y_9	80576341815	Слатине	Харківська
y_{10}	80645703488	Луганський район	Луганська
y_{11}	80482306189	Одеса	Одеська
y_{12}	80446647658	Тараща	Київська
y_{13}	80512384322	Миколаїв	Миколаївська
y_{14}	80625746143	Харцизьк	Донецька
y_{15}	80574622131	Чкалівське	Харківська
y_{16}	80627430525	Артемівськ	Донецька
y_{17}	80575354191	Валки	Харківська
y_{18}	80567719015	Кривий Ріг	Дніпропетровська
y_{19}	80413723883	Попільня	Житомирська
y_{20}	80544252771	Путівль	Сумська
y_{21}	80465837176	Новгород-Сіверський	Чернігівська
y_{22}	80656630882	Судак	Крим
y_{23}	80552367551	Херсон	Херсонська
y_{24}	80384051311	Шепетівка	Хмельницька

3. Аналіз застосованого методу. Проведемо далі порівняння методу, за допомогою якого раніше розв'язувалась задача знаходження гіпотетично зв'язаних абонентів, а також методу знаходження n -ого лінійного логічного перетворення. Раніше під час пошуку розв'язків на заданому просторі станів задавалася глибина пошуку. Таким чином, перед початком пошуку встановлювався параметр MAXSTEP, який

задавав кількість ітерацій. Звичайно обмежувались 5-ма кроками.

Параметр MAXSTEP теж враховує час пошуку розв'язків за допомогою методу знаходження n -ого лінійного логічного перетворення, і він також обмежує кількість ітерацій. Але відмінність полягає в тому, що якщо розв'язок задовольняє критерій закінчення роботи методу раніше MAXSTEP-кроку, то програма закінчує пошук.

Розіб'ємо тести на декілька випадків: якщо розв'язок знаходиться на 1-му, 2-му та n -му кроці.

1. Припустімо, що є певна множина номерів телефонів, з яких дзвонили нечасто і не на різні номери телефонів. Тоді розв'язок знаходимо вже на 2-му кроці, але через те, що не відомо наперед, за скільки кроків, він міг бути довшим.

За статистикою таких абонентів біля 35 %.

Застосовуючи метод знаходження n -ого лінійного логічного перетворення в будь-якому випадку знаходимо розв'язок за 2 ітерації. Згідно з методом, який застосовували раніше, кількість кроків залежала від встановленого параметру MAXSTEP.

2. Припустімо, що є множина номерів телефонів, де розв'язок знаходиться за 3 кроки.

За статистикою таких абонентів біля 40 %.

Застосовуючи метод знаходження n -ого лінійного логічного перетворення, в будь-якому випадку знаходимо розв'язок на 3-му кроці, згідно з методом, який застосовували раніше, – залежно від встановленого параметру MAXSTEP. І якщо ми встановимо MAXSTEP=1, то кінцевий розв'язок взагалі не буде знайденим. В інших випадках, збільшуючи MAXSTEP, час витрачається на зайві кроки алгоритму.

3. Припустімо, що є множина номерів телефонів, де розв'язок знаходиться за n кроків.

Застосовуючи метод знаходження n -ого лінійного логічного перетворення, в будь-якому випадку знаходимо розв'язок за n кроків; згідно з методом, який застосовували раніше, – залежно від встановленого параметру MAXSTEP. В цьому випадку, якщо задати занадто малий параметр, то буде знайдено не кінцевий

розв'язок, а проміжний (таким чином, буде знайдено не всі гіпотетично зв'язані об'єкти), а якщо задати занадто великий – пошук розв'язку забере багато часу.

Отже, метод знаходження n -ого лінійного логічного перетворення дає змогу завжди знаходити кінцевий розв'язок. Використання параметра MAXSTEP дозволяє обмежити кількість кроків, і розв'язок буде знайдено швидше в більшості випадків (якщо розв'язок знаходиться за 2–6 кроків). При застосуванні методу, що використовувався раніше, не можна було задавати малий параметр MAXSTEP (2 або 3), оскільки близько 30 % номерів телефонів не вкладаються в цей інтервал, якщо ж задати більше 3, то приблизно для 75 % номерів будуть виконані зайві ітерації. Метод знаходження n -ого лінійного логічного перетворення позбавлений цих недоліків.

Висновки. Таким чином, було досліджено застосування методу знаходження n -ого лінійного логічного перетворення для розв'язання задачі знаходження гіпотетично зв'язаних абонентів. Це дозволяє підвищити швидкість і точність пошуку розв'язків задачі за рахунок зменшення кількості кроків під час обробки інформації, внаслідок формулювання чіткого критерію закінчення роботи. Проте застосований метод дозволяє не прив'язуватися до конкретної структури предметної області, тому надалі має сенс дослідити роботу методу для довільних об'єктів, наприклад, для вирішення проблем логістики або задач з'єднання транспортними вузлами деяких об'єктів досяжності.

Література

1. Информационное общество : сб. науч. тр. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2004. – 507 с.
2. Люгер Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Люгер Дж. ; пер. с англ. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
3. Бондаренко М. Ф. Теория интеллекта : учеб. / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнарченко. – Х. : СМІТ, 2006. – 571 с.
4. Вечірська І. Д. Про дослідження властивостей лінійних логічних перетворень / І. Д. Вечірська, Ю. П. Шабанов-Кушнарченко // Системи обробки інформації : зб. наук. праць. – 2007. – № 6. – С. 86–90.

5. Вечирская И. Д. О методе нахождения n -ого линейного логического преобразования / И. Д. Вечирская, Ю. П. Шабанов–Кушнаренко // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 382–389.

6. Вечирская И.Д. Действия над линейными логическими преобразованиями / И. Д. Вечирская // Новые технологии. – 2005. – № 1–2 (7–8) – С. 162–168.

Надійшла до редколегії 27.05.2009

Анотації

У статті розглянуто метод знаходження n -ого лінійного логічного перетворення та твердження про стабілізацію степені лінійного логічного перетворення. Досліджено підхід до застосування методу знаходження n -ого лінійного логічного перетворення для розв'язання задачі знаходження гіпотетично зв'язаних абонентів в автоматизованій системі комплексних розрахунків підприємства електрозв'язку.

В статье рассмотрены метод нахождения n -ого линейного логического преобразования и утверждение о стабилизации степени линейного логического преобразования. Исследован подход к применению метода нахождения n -ого линейного логического преобразования для решения задачи гипотетически связанных абонентов в автоматизированной системе комплексных расчетов предприятия электросвязи.

The method of n -th power of linear logical transformation and the assertion on stabilization of power of linear logical transformation is observed in this paper. The way of method of n -th power of linear logical transformation's adaptation in complex accounts computer-based system of integrated data-processing system of telecommunications enterprise is adduced.