

УДК 683.1

П.І. Жежнич

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Інформаційні системи та мережі”

РОЗПОДІЛ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ МІЖ КОМПОНЕНТАМИ ІС

© Жежнич П.І., 2006

The problem of functional assignment distribution between components of information system is considered. The corresponding transportation problems are described. The rules of user's workplaces definition are proposed.

Розглянуто задачу розподілу функціонального навантаження між компонентами ІС. Визначено транспортні задачі для з'ясування співвідношень між множинами робочих місць та функцій ІС, функцій та користувачів ІС, а також правила надання користувачам ІС відповідних робочих місць.

ВСТУП

Ефективна експлуатація інформаційних систем (ІС) залежить від багатьох факторів, які можна розділити на три групи [1]: функціональні, обслуговування, технічні. Функціональні особливості ІС визначають набір функцій ІС щодо розв'язування різних задач, логічний зв'язок між цими функціями та компонентну структуру ІС, систему безпеки на функції ІС. Фактори обслуговування визначають взаємодію користувачів з ІС, яка проявляється у зрозумілості, зручності інтерфейсу, гнучкості у використанні, стійкості до змін, відкритості, документованості тощо. Технічні показники ІС характеризують її швидкодію, надійність, споживання ресурсів, масштабованість, тривалість встановлення і т.д. Більшість із зазначених факторів можуть істотно впливати на роботу ІС, а іноді й приводити до критичних ситуацій. Тому їх не можна ігнорувати при побудові та використанні ІС, що, на жаль, не завжди спостерігається на практиці.

Зосередимо увагу на дослідженні лише окремих функціональних особливостей інформаційних систем, а саме їх компонентних властивостей.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

Компонентна структура інформаційних систем логічно вписується у загальну теорію систем [2] як виділення підсистем у межах єдиної системи. Така структура часто має ієрархічний характер і може використовуватися при проведенні досліджень ІС за декількома критеріями. Зокрема, ієрархічна структура ІС ефективно використовується при визначенні її надійності [3], де загальна надійність системи визначається через надійність кожної компоненти зокрема. Такі ж міркування легко поширюються й на інші технічні фактори (швидкодію, споживання ресурсів, масштабованість чи тривалість встановлення).

Однак, проведені дослідження у напрямку моделювання поведінки ІС за технічними критеріями (наприклад, за надійністю), які базуються на імовірнісних оцінках, дають відповідь на запитання “Що буде з ІС, якщо вона має задану компонентну структуру?”, але не дають відповідь на запитання “Якою повинна бути компонентна структура ІС?”. Тому такі підходи не є прийнятними для визначення функціональних особливостей ІС

(наприклад, при побудові автоматизованих робочих місць для користувачів ІС), від яких залежить як процес проектування та побудови ІС, так і процес її ефективної експлуатації.

Прикладні інформаційні системи мають складну структуру. З математичної точки зору ІС – це четвірка [4]:

$$IS = (Q, A, DB, F), \quad (1)$$

де Q – множина запитів до ІС (вхідний потік інформації), A – множина відповідей на запити (вихідний потік інформації), DB – база даних, F – множина функцій ІС (правила зміни вмісту бази даних на основі запитів до ІС).

Таке визначення ІС відповідає поняттям системи з загальної теорії систем [2], що дає можливість використовувати певні математичні апарати для дослідження її поведінки.

Однак, визначення (1) не враховує ряд аспектів функціонування ІС, без яких її життя є неможливе. А саме:

1. Наявність користувачів, за якими можуть закріплюватися декілька функцій ІС.
2. Наявність робочих місць, на яких можуть виконуватися декілька функцій ІС.

Тобто, запити до ІС опрацюються не конкретними функціями ІС, а користувачами, які працюють на робочих місцях.

Наприклад, нехай маємо дві функції торговельно-складського контуру прикладної інформаційної системи деякого підприємства:

- 1) опрацювання документів про торгівлю (накладних на купівлю/продаж товару);
- 2) рух товару на підрозділах (складах).

Перша функція призначена для введення та редагування накладних на купівлю/продаж товару. За допомогою другої функції відслідковується наявність товару на складі.

З точки зору ІС ці функції є незалежні в тому розумінні, що виконання однієї функції не вимагає виконання іншої. Однак, з точки зору користувача ІС фіксація події купівлі/продажу товару дуже часто вимагає перевірки наявності цього товару на складі. Тобто виконання першої функції супроводжується виконанням другої функції.

Отже, при побудові ІС необхідно визначити її компонентну структуру з відповідним розподілом функціонального навантаження. На жаль, практично відсутні математичні дослідження цієї задачі, що фактично приводить до її емпіричного розв'язування.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Для розв'язування задачі розподілу функціонального навантаження між компонентами ІС спочатку визначимо три основні взаємозв'язані поняття, якими ми надалі будемо оперувати: функція, робоче місце, користувач.

Функція ІС – це сукупність операцій з опрацювання інформації, яка має логічне завершення. Тобто, якщо функція виконана коректно, то і вміст бази даних ІС є коректний. В інакшому випадку вміст бази даних залишається незмінним.

Функції ІС подаються у вигляді дерева [4], тобто серед них можна виділити дві групи:

- Складені функції, які містять інші функції, тобто деталізуються.
- Елементарні або кінцеві функції, які не деталізуються.

Схематично функціональний поділ ІС можна зобразити так (рис. 1).

Зауважимо, що при побудові функціональної ієрархії ІС слід дотримуватись правил, описаних в [4], які забезпечують зв'язність підпорядкованих функцій для кожної складеної функції (починаючи з 0-рівня, тобто з ІС). Отже, якщо зобразити діаграму потоків даних (DFD) деякої складеної функції ($N-1$)-рівня, то вона буде мати вигляд зв'язного графа.

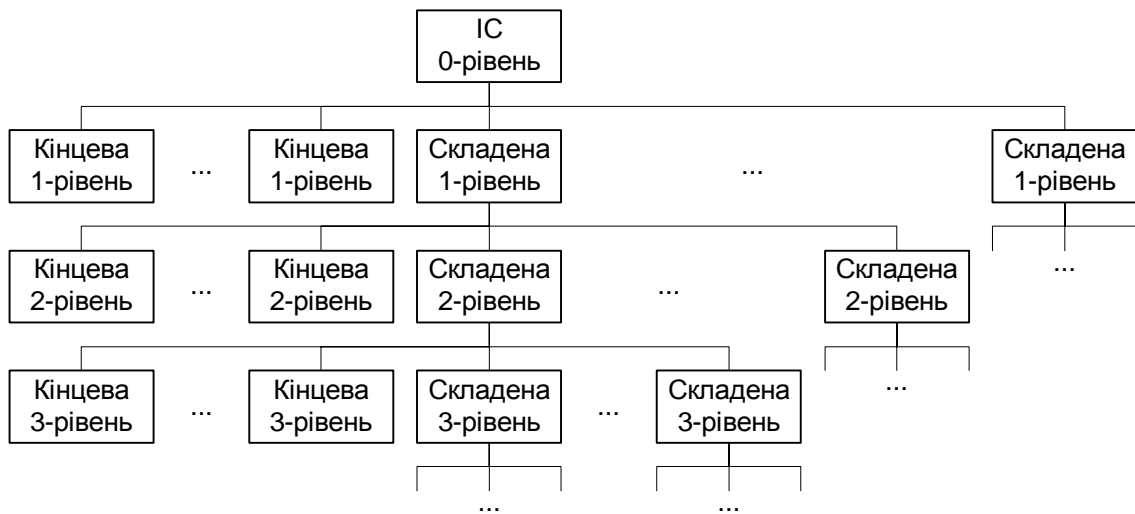


Рис. 1. Функціональна ієрархія інформаційної системи

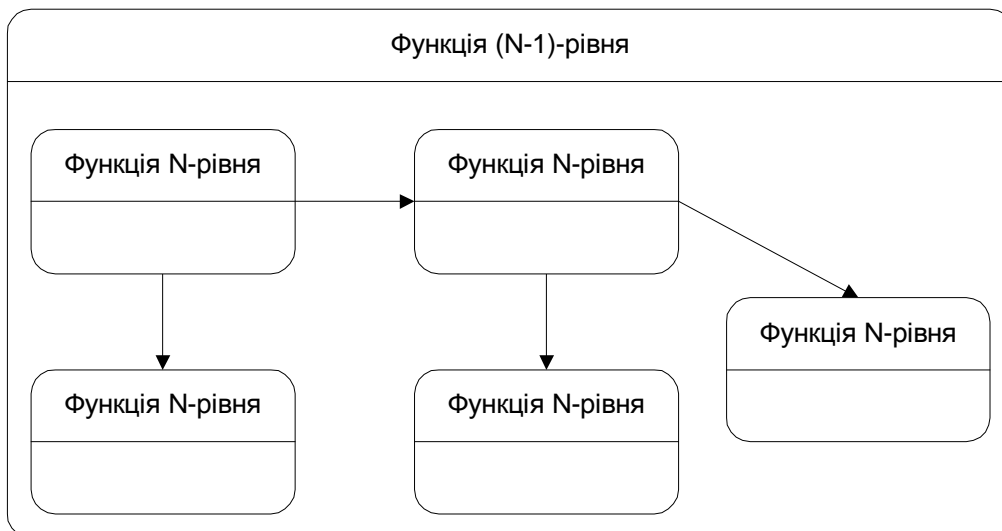


Рис. 2. Зв'язність діаграм потоків даних функцій інформаційної системи

Робоче місце – це набір логічно зв'язаних функцій. Іншими словами, у робоче місце входить деяка підмножина функцій інформаційної системи, які в сукупності при відображенні на DFD утворюють зв'язний граф.

Легко бачити, що робочі місця – це піддерево функціональної ієрархії ІС, для якого на кожному рівні існує хоча б одна кінцева функція. Крім того, робоче місце може утворювати піддерево не тільки з 1-рівня, але й з наступних (якщо це піддерево починається з нижчого рівня, то відповідне робоче місце охоплює вужче коло функцій). А також функції з різних робочих місць можуть перетинатися.

Отже, схематично ІС можна подати як набір робочих місць.

Користувач – це одна або декілька осіб, які вміють виконувати певні функції інформаційної системи. Функції користувачів можуть перетинатися.

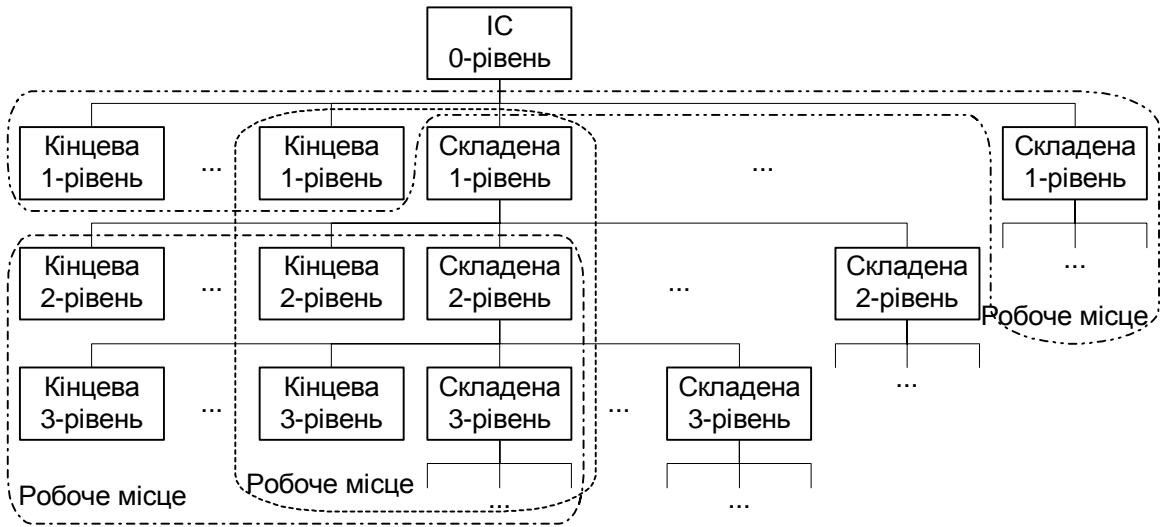


Рис. 3. Робочі місця та функції інформаційної системи

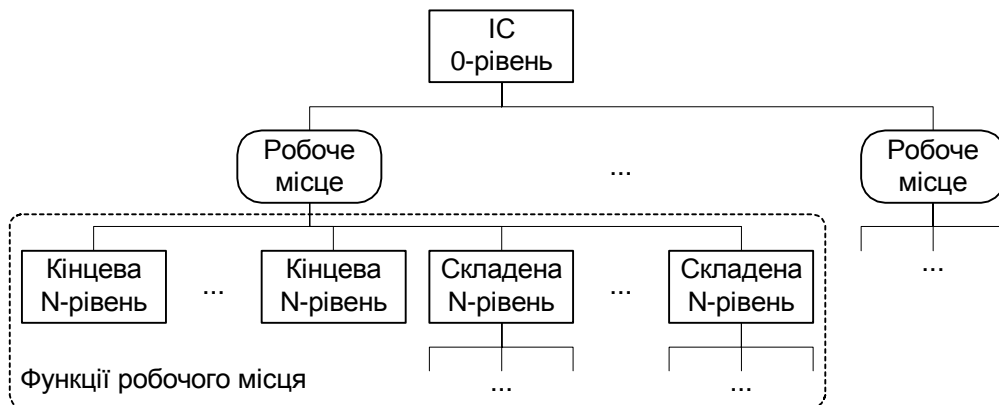


Рис. 4. Поділ інформаційної системи на робочі місця

Кожен користувач у межах IC має власний ідентифікатор. Тому, якщо декілька осіб працюють під одним ідентифікатором IC, то з точки зору інформаційної системи вони становлять одного користувача.

Тобто, в IC виділяється набір користувачів, що схематично можна зобразити так.

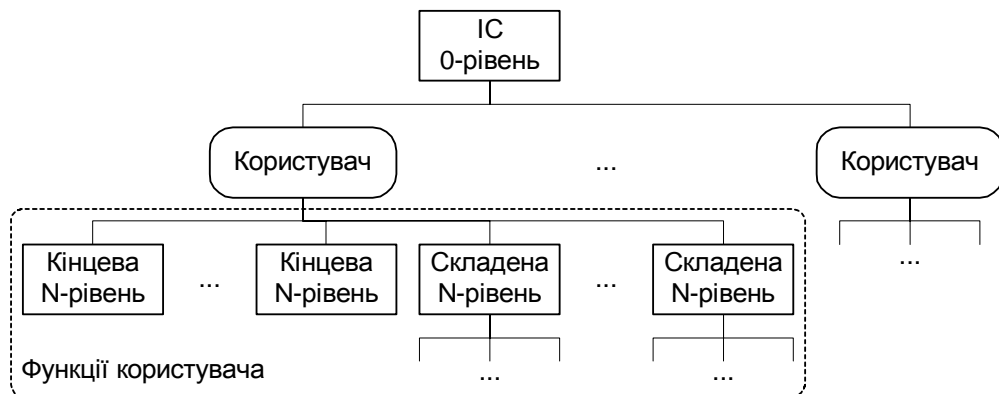


Рис. 5. Користувачі інформаційної системи

Надалі будемо використовувати такі позначення:

W_i – робочі місця інформаційної системи.

F_j – функції ІС.

U_k – користувачі ІС.

Тоді задача розподілу функціонального навантаження між компонентами ІС полягатиме у визначенні багатозначних відображень:

$$W_i \leftrightarrow F_j, \quad (1)$$

$$F_j \leftrightarrow U_k, \quad (2)$$

$$W_i \leftrightarrow U_k. \quad (3)$$

Відображення (1) визначає розподіл функцій ІС між робочими місцями, відображення (2) – розподіл функцій між користувачами ІС. Відображення (3) вказує на те, на яких робочих місцях повинні працювати користувачі.

МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

Розглянемо задачу розподілу виконання функцій ІС на робочих місцях.

Нехай $W = \{W_i\}_{i=1}^n$ – множина робочих місць ІС, а $F = \{F_j\}_{j=1}^m$ – множина функцій, які повинна виконувати система. Для кожного i -го робочого місця визначено потребу у виконанні функцій – w_i , а для кожної j -ї функції визначено кількісну пропозицію щодо її виконання – f_j . При цьому будемо вважати, що $\sum_{i=1}^n w_i = \sum_{j=1}^m f_j$, тобто пропозиції щодо виконання функцій збігаються з потребами робочих місць. Нехай C_{ij} – вартість виконання j -ї функції на i -му робочому місці. Необхідно скласти план розподілу виконання функцій ІС на робочих місцях, який би дозволяв виконати усі функції з мінімальними затратами.

Позначимо через x_{ij} кількість затрат на i -му робочому місці для виконання j -ї функції. Тоді вартість всього плану розподілу виконання функцій ІС на робочих місцях матиме вигляд:

$$Z_{WF} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij}. \quad (1)$$

При цьому повинні виконуватися наступні обмеження:

– усі функції повинні бути виконані, тобто

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = f_j \quad (j=1, 2, \dots, m). \quad (2)$$

– усі потреби робочих місць повинні бути задоволені, тобто

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = w_i \quad (i=1, 2, \dots, n). \quad (3)$$

– усі кількості затрат

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m). \quad (4)$$

Отже, математична модель розподілу виконання функцій ІС на робочих місцях матиме такий вигляд: знайти найменше значення лінійної функції (1):

$$Z_{WF} \rightarrow \min$$

з умовами (2)–(4).

Легко бачити, що задача (1)–(4) має вигляд транспортної задачі, а оскільки виконується умова $\sum_{i=1}^n w_i = \sum_{j=1}^m f_j$, то ця транспортна задача є закритою. Звідси випливає, що задача (1)–(4) має розв'язок [5].

Аналогічно формулюється задача розподілу функцій ІС між користувачами.

Нехай $U = \{U_k\}_{k=1}^l$ – множина користувачів ІС, які повинні виконувати функції $F = \{F_j\}_{j=1}^m$. Для кожного k -го користувача визначено можливості щодо виконання функцій – u_i , і для кожної j -ї функції визначено кількісну потребу щодо її виконання – f_j (умова $\sum_{k=1}^l u_k = \sum_{j=1}^m f_j$ також повинна виконуватись: можливості користувачів збігаються з потребами щодо виконання функцій).

Позначимо через D_{jk} вартість виконання k -м користувачем j -ї функції, а через y_{jk} – кількість затрат k -го користувача на виконання j -ї функції. Тоді вартість всього плану розподілу виконання функцій ІС між користувачами матиме вигляд:

$$Z_{FU} = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l D_{jk} y_{jk}. \quad (5)$$

Обмеження матимуть вигляд:

– усі можливості користувачів повинні бути використані, тобто

$$\sum_{j=1}^m y_{jk} = u_k \quad (i=1, 2, \dots, n). \quad (6)$$

– усі функції повинні бути виконані, тобто

$$\sum_{k=1}^l y_{jk} = f_j \quad (j=1, 2, \dots, m). \quad (7)$$

– усі кількості затрат

$$y_{jk} \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, m; k=1, 2, \dots, l). \quad (8)$$

Для визначення розподілу виконання функцій ІС між користувачами необхідно знайти мінімум функції (5):

$$Z_{FU} \rightarrow \min$$

з умовами (6)–(8).

Очевидно, що задача (5) (1)–(8) також є закритою транспортною задачею і має розв'язок [5].

Розв'язування задач (1)–(4) та (1)–(8) проводиться в два етапи [5]:

1. Визначення початкового плану (наприклад, методом північно-західного кута).

2. Визначення оптимального плану (наприклад, методом потенціалів).

Результатом розв'язування цих задач є два набори реальних затрат:

1. x_{ij} – кількість затрат на i -му робочому місці для виконання j -ї функції.

2. y_{jk} – кількість затрат k -го користувача на виконання j -ї функції.

Отже, між користувачами та робочими місцями маємо співвідношення (рис. 6).

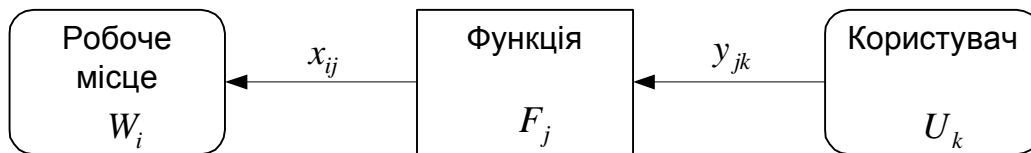


Рис. 6. Співвідношення між користувачами та робочими місцями ІС

Якщо виконується одна з таких умов:

$$x_{ij} = 0 \text{ або } y_{jk} = 0,$$

то k -й користувач на i -му робочому місці працює; в інакшому випадку він може працювати.

Очевидно, що може виникнути ситуація, коли користувач зможе виконувати одну функцію на декількох робочих місцях. Якщо ця ситуація не є бажана, то в такому випадку допускається заборона роботи користувача на певних робочих місцях. Для цього необхідно дотримуватись правила: кожне робоче місце заданого користувача повинно мати хоча б одну функцію, яка не зустрічається на інших робочих місцях.

ВИСНОВОК

Задача розподілу функціонального навантаження між компонентами ІС є актуальною для побудови якісних ІС. Для її розв'язування необхідно знайти співвідношення між множинами робочих місць та функцій ІС, функцій та користувачів ІС, робочих місць та користувачів ІС. Перші два співвідношення запропоновано визначати як розв'язки відповідних транспортних задач. Останнє співвідношення визначається сукупним аналізом розв'язків цих транспортних задач.

1. Жежнич П.І. Критерії ефективності інформаційних систем // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2002. – № 464. – С. 84–95. 2. Месарович М., Такаха Я. Общая теория систем: Математические основы. – М.: Мир, 1978. – 310 с. 3. Goševa-Popstojanova K., Trivedi K.S. Architecture-based approach to reliability assessment of software systems // Elsevier Science, February, 2001. 4. Пасічник В.В., Жежнич П.І., Кравець Р.Б., Пелецишин А.М. Семантично відкриті інформаційні системи // Вісн. Держ. ун-ту "Львівська політехніка". – 1999. – № 383. – С. 73–84. 5. Кузнецов Ю.Н., Кузубов В.И., Волощенко А.Б. Математическое программирование. – М.: Высшая школа, 1976.