

**К.Є. Золотько, Д.В. Красношанка**

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

## **УПРАВЛІННЯ ТА ДІАГНОСТИКА НАДАННЯ ІТ-СЕРВІСІВ**

Робота присвячена вибору параметрів та діагностиці режимів роботи служб надання електронних послуг таких як послуги провайдерів інтернету, електронної пошти та ін. В статті розглянуто декілька моделей розпізнавання режимів роботи таких служб. Надані математичні аспекти роботи діагностичних систем в залежності від визначення параметрів.

**Ключові слова:** іт-сервіси, системи діагностики, розпізнавання режимів роботи, поділяюча функція, детермінований та імовірнісний підходи, експертні системи.

**K.E. Zolotko, D.V. Krasnoshapka**

*Oles Gonchar Dnipro National University*

## **MANAGEMENT AND DIAGNOSTICS OF IT-SERVICES PROVISION**

The work is devoted to the selection of parameters and diagnostics of the modes of operation of services providing electronic services, such as the services of Internet providers, e-mail, etc. Several models of recognition of the modes of operation of such services are considered in the article. Mathematical aspects of the operation of diagnostic systems depending on the definition of parameters are provided.

Management systems of information divisions of enterprises and organizations are quite complex, as it is necessary to take into account the interests of a large number of participants involved in both the creation and use of IT resources. In general, IT management covers the management of all information, computer and communication resources of the enterprise. The main task of IT support services is to create and maintain applications and the infrastructure on which they run in a working condition.

The diagnostic system always (or with a high degree of reliability) assigns a mode characterized by a set of diagnostic parameters at each discrete moment of time to one of the classes. The recognition system must be able to compose its states in such a way that the classification of the set, which consists of the values measured during the operation of the service, is carried out correctly. There are two approaches to constructing a dividing function - deterministic and probabilistic. In the first, it is assumed that the images do not overlap, which means that there are no images that belong to both classes at the same time.

In the second case, this possibility is allowed: it is assumed that for each point there is a certain probability of belonging to one or another class. It is obvious that the probabilistic approach contains deterministic as a special case.

IT services will become more and more widespread. A large number of enterprises in the IT industry prefer to provide services instead of trading software. However, processes in this industry require compliance with the principles of profitability. Therefore, the creation of expert systems will help to significantly reduce the costs of supporting IT services. The basis of any expert system is the knowledge base. In this expert system, the knowledge base should be a conglomerate of mathematical algorithms, as well as qualitative and quan-

titative parameters of the enterprise where such systems are expected to be implemented.

**Keywords:** IT services, diagnostic systems, recognition of work modes, dividing function, deterministic and probabilistic approaches, expert systems.

**К.Е. Золотько, Д.В. Красношарпа**

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

## **УПРАВЛЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИТ-СЕРВИСОВ**

Работа посвящена выбору параметров и диагностике режимов работы служб предоставления электронных услуг таких как услуги провайдеров интернета, электронной почты и др. В статье рассмотрено несколько моделей распознавания режимов работы таких служб. Предоставлены математические аспекты работы диагностических систем в зависимости от определения параметров.

**Ключевые слова:** it-сервисы, системы диагностики, распознавание режимов работы, разделяющая функция, детерминированный и вероятностный подходы, экспертные системы.

**Вступ.** Питанням вибору параметрів роботи різноманітних ІТ-сервісів нині приділяється все більша увага. У більшості випадків ІТ-сервіс є такою ІТ-послугою яку надає відповідний підрозділ іншим підрозділам підприємства або зовнішнім споживачам.

Системи управління інформаційними підрозділами підприємств і організацій є досить складними, оскільки потрібно враховувати інтереси великої кількості учасників, що залучені як до створення так й для використання ІТ-ресурсів. Взагалі ІТ-менеджмент охоплює управління всіма інформаційними, комп'ютерними та комунікаційними ресурсами підприємства. Основним завданням служб підтримки ІТ-сервісів полягає у створенні та підтримці в працездатному стані додатків та інфраструктури, на якій вони виконуються.

Потрібно враховувати, що створення інфраструктури ІТ-сервісів потребує, частіше за все, досить великих коштів. Крім того, ненадання або несвоєчасне їх надання може призвести до великих збитків як у фінансовому, так і іміджевому аспектах великих підприємств. Тому потрібно вміти визначати основні параметри, діагностувати та керувати службами надання електронних послуг.

**Постановка задачі.** Таким чином, для створення, підтримки та керування службою ІТ-сервісів необхідно обрати модель такої служби, визначити її параметри та вміти діагностувати режими роботи. Як показує аналіз літературних джерел [1-4], розрахунок тих чи інших аспектів роботи служб підприємства є досить тривалим і складним процесом, який враховує безліч додаткових параметрів. Тому створення експертної системи для цих цілей дозволяє значно скоротити час проведення діагностики, поліпшити вибір параметрів і підвищити точність управління.

Одним із основних елементів експертної системи є база знань. В даному випадку база знань повинна містити математичні алгоритми визначення ключових параметрів та режимів роботи ІТ-сервісів [5].

**Методи розв'язання.** Нехай процес надання електронних сервісів контролюється в моменти часу  $t_i$  за допомогою діагностичних змінних  $X(t_i) = \{x_1(t_i), x_2(t_i), \dots, x_n(t_i)\}$ , які визначають її режими роботи  $D(t_i) = \{D_1(t_i), D_2(t_i), \dots, D_m(t_i)\}$ .

Діагностична система завжди (або з великою ступеню надійності) відносить режим, який характеризується набором діагностичних параметрів  $X(t_i)$  в кожний дискретний момент часу  $t_i (i = 1, 2, \dots, \mu)$  до одного з класів  $D_j$ .

Розглянемо випадок, коли режим роботи сервісів визначається поточним критерієм затрат на одиницю запитів  $S(t)$ . У такому випадку можливо записати:

$$S[X(t_i)] = \begin{cases} S_1, \text{ якщо } X(t_i) \in D_1 \\ S_2, \text{ якщо } X(t_i) \in D_2 \\ \dots\dots\dots \\ S_m, \text{ якщо } X(t_i) \in D_m \end{cases}, \quad (1)$$

де  $S_1, \dots, S_m$  – постійні величини;  $X(t_i)$  – вектор вартості доступу до сервісу;  $D_1, \dots, D_m$  – підмножини множини  $D$  значень вектора  $X(t_i)$ , що не перетинаються. Величини  $S_1, \dots, S_m$ , як правило відомі, тому під області  $D_1, \dots, D_m$  задані.

Для спрощення процесу розпізнавання класів (режимів) роботи сервісів вектор змінних  $X(t_i) = \{x_1(t_i), x_2(t_i), \dots, x_n(t_i)\}$  може бути закодований у вигляді набору простих (бінарних) ознак  $k_{j_1}(t_i)$  або  $k_{j_2}(t_i)$ , які фіксуються в моменти часу  $t_i$ .

Для того, щоб система була здатна навчатися процесу розпізнавання, вона повинна мати таке число  $M$  своїх внутрішніх станів  $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_M\}$ , які могли б класифікувати вектор  $X(t_i)$  необхідним чином. Навчання системи розпізнавання відбувається шляхом пред'явлення їй порівняно невеликого числа контрольних векторів  $X(t_i)$ , коли система може переходити у стан  $Z^*$ , в якому відбувається необхідна класифікація.

Таким чином, система розпізнавання повинна бути здатна так компопувати свої стани, щоб класифікація множини, яка складається зі значень  $X(t_i)$ , що вимірюються у процесі роботи сервісу, проводилася правильно.

Якщо взяти за основу гіпотезу компактності образів, то методичну задачу розпізнавання можна представити у вигляді певної поверхні, яка розділяє простір вимірів на області. В кожній області містяться точки  $X(t_i)$ , які належать режиму  $D_j$ .

Мається два підходи до побудови поділяючої функції – детермінований та імовірнісний. В першому передбачається, що образи не перетинаються, це означає, що відсутні зображення, які належать обом класам одночасно.

У другому випадку така можливість допускається: передбачається, що для кожної точки існує визначена імовірність належності до того чи іншого класу. Очевидно що імовірнісний підхід містить у собі детермінований, як окремий випадок.

Для прикладу розглянемо простий детермінований алгоритм бінарного розпізнавання. У цьому випадку режими, які розпізнаються, повинні бути віднесені до одного із двох класів:  $D_1$  – бажаний режим;  $D_2$  – не бажаний режим.

Визначимо системи еталонних точок  $Y_{1(j_1)} (j_1 = 1, \dots, n_1)$ ,  $Y_{2(j_2)} (j_2 = 1, \dots, n_2)$  для режимів  $D_1$  і  $D_2$ . Вектор  $X(t_i)$  вважається таким, що належить класу  $D_1$ , якщо відстань  $l(X, Y_{1(j_1)})$  від  $X$  до найближчої з точок  $Y_{1(j_1)}$  менша ніж відстань  $l(X, Y_{2(j_2)})$  до найближчої з точок  $Y_{2(j_2)}$ . В іншому випадку вектор  $X$  вважається таким, що належить  $D_2$ . Відстань між точками  $X$  і  $Y_{i(j_i)}$  ( $i = 1, 2$ ) визначається за наступним виразом

$$l(X, Y_{i(j_i)}) = \sqrt{(X - Y_{i(j_i)})(X - Y_{2(j_2)})} \\ (i = 1, 2; j_i = 1, 2, \dots, n_i) \quad (2)$$

В задачах діагностики надання електронних сервісів можна використовувати різноманітні алгоритми розпізнавання.

Розглянемо алгоритм розпізнавання по найменшій відстані між точками. Відповідно до цього алгоритму, режим надання сервісів може бути визначений набором ознак  $X(t_i) = \{x_1(t_i), x_2(t_i), \dots, x_n(t_i)\}$  у відповідному  $m$ -мірному просторі точкою з координатами  $x_j (j = 1, \dots, m)$ .

Усі об'єкти одного образу (точки) групуються у певній локальній області  $K$ . З появою нового режиму (нової точки у просторі ознак)  $X_0$  його розпізнавання виконується шляхом оцінки відстані до центру найближчої області  $l(X_0, K)$ .

Відповідно до цього для кожного  $k$ -го режиму системи надання сервісів визначаються середні значення змінних (ознак)  $x_j$  і середньоквадратичне відхилення від середнього  $\bar{x}_j$ , тобто  $\sigma_j$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x}_j)^2} \quad (3)$$

Потім проводиться оцінювання коефіцієнтів  $g$  «ваги» (впливу) кожної ознаки

$$g_{jk} = \frac{\bar{x}_{jk}}{\sigma_{jk} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\bar{x}_{jk}}{\sigma_{jk}}}; \sum_i g_{ik} = 1 \quad (4)$$

Введемо ваговий коефіцієнт  $\psi_j$ , що враховує вплив (важливість)  $j$ -ї ознаки з умови, що  $\sum_{j=1}^m \psi_j = 1$ . Якщо вплив усіх ознак на режими однаковий, то

$$\psi_j = \frac{1}{m} \quad (5)$$

Визначаємо граничні (мінімальний і максимальний) радіуси областей розташування точок, які характеризують кожний із режимів системи сервісів

$$\left. \begin{aligned} R_k^{\min} &= \sum_j g_{ik}^2 \psi_j^2 \Delta_{j\min}^2; \\ R_k^{\max} &= \sum_j g_{ik}^2 \psi_j^2 \Delta_{j\max}^2; \\ \Delta_{jk\min}^2 &= \min \left\{ \left(1 - \frac{x_{jk}^{\min}}{x_{jk}}\right); \left(1 - \frac{x_{jk}^{\max}}{x_{jk}}\right) \right\}; \\ \Delta_{jk\max}^2 &= \max \left\{ \left(1 - \frac{x_{jk}^{\min}}{x_{jk}}\right); \left(1 - \frac{x_{jk}^{\max}}{x_{jk}}\right) \right\}; \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де  $x_{jk}, x_{jk}^{\max}, x_{jk}^{\min}$  - середнє, максимальне і мінімальне значення  $j$ -ї ознаки із вибірки, що відноситься до  $k$ -го режиму.

Таким чином проводимо розподіл вже існуючих областей для діагностування надання сервісів.

Для розпізнавання нового режиму (нової точки  $X$  у просторі ознак) необхідно визначити відстань від цієї точки до центру кожного з режимів (образів)

$$l(x_0, K) = \sqrt{\sum_{j=1}^m g_{ik}^2 \left(1 - \frac{x_{0k}}{x_{jk}}\right) \psi_j^2}, k = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

При цьому значення  $l^*(x_0, k) = \min$  свідчить про те, що набір ознак  $x_{oj}$  найбільш відповідає  $k$ -му режиму надання сервісів.

Для деяких параметрів сервісів дуже важко надати експертну оцінку не маючи уявлення про їх специфіку, сферу діяльності та структуру. У таких випадках доцільно використовувати імовірнісний алгоритм розпізнавання по фазових інтервалах. Нехай діагностичні змінні  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  кодуються набором одиниць і нулів. З цією метою діапазон змінної  $x_j$  від  $x_j^{\min}$  до  $x_j^{\max}$  розбивається на ряд інтервалів (рівнів). Кожен такий рівень буде являти собою ознаку і кодується як  $k_j = 1$  або  $k_j = 0$ .

Відстань між точками з координатами  $A(k_{A1}, k_{A2}, \dots, k_{Am})$  і  $B(k_{B1}, k_{B2}, \dots, k_{Bm})$  у системі координат перетворених ознак визначається виразом

$$l(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (k_{Ai} - k_{Bi})^2} \quad (8)$$

При  $k_{Aj} - k_{Bj} = 0$ ,  $k_{Aj} = k_{Bj}$  і  $k_{Aj} - k_{Bj} = 1$ ,  $k_{Aj} \neq k_{Bj}$ . Максимальні значення  $l(A, B)$  будуть тоді, коли всі ознаки узгоджуються, однак максимальне число розбіжностей для кожної  $k_j$  ознаки дорівнюють двом, тому

$$l^{\max}(A, B) = \sqrt{2m}. \quad (9)$$

Відповідно до гіпотези компактності кожен режим (образ) має центр розподілу точок в просторі ознак  $k_j$ . Точки які належать даному образу, знаходяться ближче до центру.

Середній квадрат відхилень точок  $k$ -області від центру

$$D_k^2 = \sum_{j=1}^m p'_{kj} (1 - p_{kj}) \quad (10)$$

де  $p_{kj}$  – умовна ймовірність значень ознак режиму, які мають значення  $k = 1$ .

Середній радіус цієї області

$$R_k = \lambda \sqrt{D_k^2}, \text{ при } \lambda = 0,5 \quad (11)$$

Відстань аналізованої точки  $x_{0j}(k_{01}, k_{02}, \dots, k_{0m})$  до центру  $k$ -ї області визначається наступним чином:

$$l^2(x_0, k) = \sum_{j=1}^m (1 - p_{kj})^2 \quad (12)$$

Точка буде належати області  $k$ , якщо відстань до центру цієї області буде менше, ніж до центру інших областей і менше радіуса до  $k$ -ї області  $l^{\min}(x_0, k) < R_k$ .

Під час діагностики сервісів на основі експериментальних даних створюється таблиця. Кожна з колонок відповідає одній ознаці, а кожен з рядків режиму (образу). Додатковий стовпець характеризує частоту появи  $j$ -ї ознаки в цілому по всій сукупності режимів (образів). Кожен стовпець і рядок таблиці підраховуються і визначаються ймовірності:

Апріорна ймовірність появи  $k$ -го режиму (образу)

$$p_k = \frac{n_{kj}}{N}, \quad k = 1, 2, \dots, n; \quad \sum_{k=1}^n p_k = 1 \quad (13)$$

де  $n$  – кількість даних (вимірів), які потрапили в  $k$ -й рядок (режим);  $N$  – загальна кількість даних навчальної вибірки.

Умовну ймовірність появи  $j$ -го ознаки для  $k$ -го образу (режиму)

$$p_k = \frac{n_{kj}}{n_k}, \quad k = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

де  $n_{kj}$  - кількість збігів появи  $j$ -ї ознаки для  $k$ -го режиму, які відповідають сумам значень в клітині  $j$ -го стовпця  $k$ -го рядка.

Очевидно, що  $1 - p_{kj}$  - умовна ймовірність відсутності  $j$ -ї ознаки для  $k$ -го образу. Безумовну ймовірність  $j$ -ї ознаки

$$p_j = \frac{n_j}{\sum_{j=1}^m n_j}; \sum_{j=1}^m p_j = 1 \quad (15)$$

де  $n_j$  - сумарне число значень, які потрапили в  $k$ -й стовбець ознак.

Складання діагностичної таблиці і розрахунок ймовірностей відповідають етапу навчання. Потім необхідно за формулою (10) знайти відстань від точки (яка аналізується)  $x_0$  до центру кожної з областей, які характеризують образи (режими). Для найменшої відстані необхідно перевірити умову  $l^{\min}(x_0, k) < R_k$ .

**Аналіз результатів.** Таким чином, основу бази знань експертної системи діагностики та управління ІТ-сервісами підприємства представляють математичні алгоритми, що були розглянуті вище. Крім того, необхідно врахувати низку факторів та оцінку цих факторів, яку мають давати фахівці. Наприклад, коли йдеться про сервіс надання послуг електронної пошти необхідно врахувати захист від несанкціонованого доступу. При цьому час та вартість такої послуги повинні бути в межах отримання підприємством прибутку.

**Висновки.** ІТ-сервіси отримують все більше розповсюдження. Велика кількість підприємств ІТ-індустрії надає перевагу саме наданню послуг замість торгівлі програмним забезпеченням. Однак, процеси в цієї галузі потребують дотримання принципів прибутковості. Тому створення експертних систем допоможе значно скоротити витрати на підтримку ІТ-сервісів. Основою будь-якої експертної системи є база знань. У цій експертній системі база знань повинна бути конгломератом математичних алгоритмів, а також якісних і кількісних параметрів підприємства, де передбачається впровадження таких систем.

#### Бібліографічні посилання

1. Городня Т.А., Мойсеєнко І. П. Економічна та фінансова діагностика: навч. посіб. Львів: «Магнолія 2006», 2008. 282 с.
2. Мойсеєнко І.П., Демчишин М.Я. Моделі аналізу економічної безпеки суб'єктів господарювання. *Актуальні проблеми економіки*. 2010. №10 (112). С. 64-73.
3. Поддєрьогін А.М., Наумова Л.Ю. Фінансова стійкість підприємств у економіці. України: монографія. К.: КНЕУ, 2015. 184 с.
4. Матвієнко О.В. Основи інформаційного менеджменту: навчальний посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 128 с.
5. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование. М.: Вильямс, 2007. 560 с.

Надійшла до редколегії 11.10. 2022.