

Е. Г. Гнатчук

МОДЕЛЮВАННЯ НЕЧІТКОГО ЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ

Описано метод нечіткого логічного висновку, який дозволяє врахувати якісну інформацію у процесі діагностування комп'ютерних засобів. Запропоновано модель подання знань у базі знань нечіткої експертної системи діагностування. Розроблено класифікацію діагностичних ознак за рівнем їх візуального прояву.

Вступ

На сьогодні актуальною задачею є створення експертних систем діагностування комп'ютерних засобів (КЗ), які можуть опрацьовувати нечітку діагностичну інформацію. У базах знань (БЗ) таких систем міститься кількісна інформація, яка характеризує стан комп'ютерного засобу. Кількісною інформацією вважається інформація, що вимірюється в кількісних одиницях. В процесі діагностування комп'ютерних засобів важливо враховувати якісну інформацію, яка являє собою лінгвістичні змінні, що описують експертні оцінки, ознаки стану об'єкта діагностування (ОД), факти та дані, які характеризують ОД. Під час занесення такої інформації у БЗ у вигляді кількісних змінних відбувається часткова втрата інформації, що призводить до неповноти опису ситуацій і знижує подальшу якість роботи експертних систем діагностування. В роботі описано метод нечіткого логічного висновку, який дозволяє врахувати якісну інформацію у процесі діагностування комп'ютерних засобів.

Постановка задачі

Для підвищення ефективності процесу діагностування необхідно розробити:

- 1) принцип формування бази знань нечіткої експертної системи діагностування (НЕСД) комп'ютерних засобів;
- 2) класифікацію діагностичних ознак з урахуванням форми їх прояву;
- 3) метод проведення нечіткого логічного висновку у НЕСД.

Види інформації

Для експертних систем діагностування КЗ властива наявність різних видів інформації:

- 1) точкових вимірювань та значень параметрів;
- 2) допустимих інтервалів їх зміни;
- 3) статистичних законів розподілу для окремих величин;
- 4) критеріїв та обмежень, отриманих від експертів у лінгвістичній формі та ін.

В діагностуванні КЗ наявні такі види нечіткості, як нечіткі дані та нечіткі знання.

До нечітких даних можна віднести:

- 1) нечітко задані параметри, наприклад, напруга живлення системної плати ± 5 В, ± 12 В; резистор 30..50 Ом; швидкість роботи дисководу 70...100 мс; зміна частоти головки читання запису магнітного диска в діапазоні 62,5...250 кГц та ін.;
- 2) нечіткі технологічні дані — похибки пристроїв вимірювання;
- 3) відсутність значень параметрів — причиною може бути відсутність або обмеженість доступу до контрольних точок для вимірювання значень параметрів.

Нечіткі знання — це інформація, отримана від спеціалістів-експертів. До нечіткості призводять неточність експертних оцінок, недовизначеність понять та термінів.

Прикладом нечітких знань є оцінки експертів: «температура близька до 70 °С», «діапазон зміни параметра від 2 до 5, «холодний», «гарячий» тощо.

Використання нечітких експертних систем діагностування комп'ютерних засобів дасть змогу повніше врахувати та використати як кількісну, так і якісну інформацію.

Принципи формування бази знань НЕСД

Сукупність кількісної та якісної інформації, її відношень та правил утворюють базу знань (БЗ) нечіткої експертної системи діагностування.

В процесі побудови бази знань використовуються такі принципи [1]:

1. Принцип лінгвістичності вхідних та вихідних змінних.
2. Принцип формування залежностей «вхід-вихід» у вигляді нечітких продукцій.
3. Принцип ієрархичності БЗ.

Найперспективнішою моделлю представлення знань у БЗ НЕСД є змішана модель, а саме фрейми та правила-продукції. Усю наявну інформацію представимо за допомогою функцій належності μ_A, μ_{A_i} набуває значень з інтервалу $[0, 1]$.

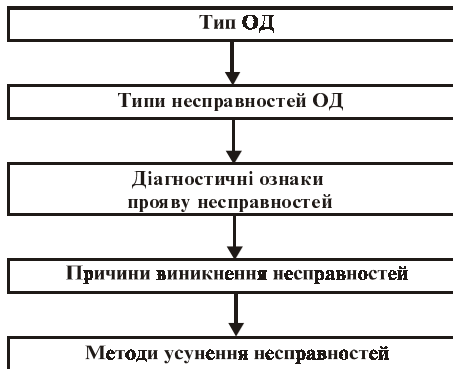


Рис.1. Ієрархічна структура опису предметної області

Чітка інформація має $\mu_{A_i} \square 1$.

Опис предметної області покажемо у вигляді ієрархічної структури (рис. 1).

Кожен об'єкт ієрархічної структури опису предметної області представляється фреймом.

На верхньому рівні ієрархії розташовані фрейми, які містять інформацію про тип ОД. В якості значень слотів виступає інформація про фірму-виробника ОД, рік випуску, експлуатаційні та ремонтні характеристики.

В слотах фреймів нижчого рівня ієрархії можуть міститися правила-продукції для опису властивостей фреймів та зв'язків між фреймами різних рівнів ієрархії. При цьому важливим є збереження родовидової ієрархії, яка досягається за рахунок того, що фрейми, розташовані на нижчих рівнях ієрархії успадковують значення фреймів, які містять інформацію про тип ОД. Врахування в якості значень фреймів їх власних характеристик дозволяє спростити обробку виключень [2].

Комп'ютерні засоби ОД подано як:

$$M_{OD} = \langle BZ(P_g(X_k, Y_n, A_k, R_n), \Phi_c), \mu_{A_i}, L_V \rangle, \quad (1)$$

де BZ – база знань, яка містить експертні знання, формалізовані за допомогою набору нечітких продукцій; Φ_c – сукупність фреймів, що описують ОД, c – кількість фреймів; μ_{A_i} – функція належності для кожної лінгвістичної змінної; L_V – метод логічного висновку.

Експертні знання у BZ формалізовані за допомогою набору нечітких продукцій

$$P_i = IF \ x_1 \text{ is } A_1 \ AND \dots \ x_j \text{ is } A_j \ AND \dots \ x_k \text{ is } A_k \ THEN \ y_i \text{ is } R_i, \quad (2)$$

де P_i – i -те правило-продукція, $i = \overline{1, g}$, g – кількість правил; x_j – вхідні параметри, $j = \overline{1, k}$, k – кількість вхідних параметрів, $X_k = \{x_j\}$; A_j – нечітка змінна (терм лінгвістичної змінної); y_i – вихідні параметри, $i = \overline{1, n}$, n – кількість вихідних параметрів, $Y_n = \{y_i\}$; R_i – наслідок правила.

Необхідність врахування різних видів інформації, що з'являються в процесі накопичення знань про ОД, призводить до ускладнення задачі побудови бази знань НЕСД.

Для спрощення побудови БЗ проведемо класифікацію діагностичних ознак.

Класифікація діагностичних ознак

Під діагностичною ознакою будемо розуміти ознаку прояву деякої несправності.

Для h несправностей представимо множину діагностичних ознак як

$$DZ = \{dz_j\}; \ j = \overline{1, m}, \quad (3)$$

де dz_j — j -та діагностична ознака; m — кількість ознак.

Означення 1. Рівнем візуального прояву (РВП) будемо вважати ступінь доступності ознак прояву несправностей для органів чуттів користувача.

Діагностичні ознаки розділимо на три рівні.

Означення 2. Діагностичними ознаками 1-го РВП будемо називати ознаки, які мають найвищий ступінь доступності для органів чуттів користувача, тобто їх прояв користувач може побачити або почути.

Прикладами таких ознак є:

- перезавантаження операційної системи;
- вимкнення монітора;
- наявність або відсутність шуму;
- звукові сигнали тощо.

Означення 3. Діагностичними ознаками 2-го РВП будемо називати ознаки, які можна виявити на основі ознак 1-го рівня та комплексу додаткових дій.

Прикладами таких дій є:

- перевірка температури блоку живлення;
- запуск діагностичного програмного забезпечення;
- програмне тестування складових КЗ та ін.

Діагностичні ознаки 1-го та 2-го рівня не є критичними по відношенню до цілей користувача, тобто виявлення діагностичних ознак цих рівнів не вимагає припинення вирішення задачі користувачем та вимкнення комп'ютерного засобу.

Означення 4. Діагностичними ознаками 3-го рівня будемо називати ознаки, які не проявляються візуально, і їх можна виявити, тільки припинивши розв'язання задачі або вимкнувши комп'ютерний засіб.

Прикладами таких ознак є:

- перевірка коректності встановлення мікросхем;
- перевірка наявності контактів в роз'ємних з'єднаннях;
- перевірка параметрів транзисторів, резисторів, конденсаторів і та ін.

Діагностичні ознаки 3-го рівня вважаються критичними по відношенню до цілей користувача.

Кожна діагностична ознака представляється за допомогою набору характеристик.

Для m діагностичних ознак маємо множину характеристик, які описані нечіткими змінними, що являють собою лінгвістичні терми. Наприклад, перезавантаження операційної системи представлено характеристиками, які відображають інтервальні часові параметри: «3с...10с», «10с...30с», «30с...60с» і т. д.

Метод нечіткого логічного висновку процесу діагностування КЗ

Множину характеристик для m діагностичних ознак представимо так:

$$A = \{a_{ji}^p\}, \quad (4)$$

де a_{ji} — i -та характеристика j -ї діагностичної ознаки, $i = \overline{1, r}$, r — кількість характеристик; p — порядок характеристики, який відповідає рівню діагностичної ознаки, $p = \overline{1, 3}$.

Представимо послідовність перевірки комп'ютерного засобу за діагностичними ознаками у вигляді множини виду:

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_q\}, \quad (5)$$

де z_i — припущення експерта про несправність, $i = \overline{1, q}$; q — кількість припущень.

У випадку наявності у експерта декількох припущень для множини Z необхідно встановити відношення порядку, яке визначатиметься рівнем діагностичних ознак, на основі яких робляться припущення про несправності.

Для множини Z побудуємо множину функцій належності $M = \{\mu_{z_1}, \mu_{z_2}, \dots, \mu_{z_i}, \dots, \mu_{z_q}\}$, яка відобразить ступені впевненості експерта у тій чи іншій несправності.

Загальний вигляд характеристик діагностичних ознак наведено у табл.

Діагностичні ознаки	Характеристики ознак						Припущення про причину несправності
dz_1	a_{11}^p	a_{12}^p	a_{13}^p	0	...	a_{1r}^p	z_1
dz_2	a_{21}^p	a_{22}^p	a_{23}^p	a_{24}^p	z_2
dz_j	a_{j1}^p	a_{j2}^p	0	a_{ji}^p	...	a_{jr}^p	z_i
dz_m	a_{m1}^p	a_{mr}^p	z_q

Примітка: 0 – невідоме значення, тобто характеристика відсутня.

Ступінь впевненості експерта (sv) для кожної з можливих несправностей вкажемо таким чином: точно можливо – 1; найбільш можливо – 0,9; можливо – 0,7; мала можливість – 0,4; дуже мала можливість – 0,2.

Ступінь впевненості експерта у наявності тієї чи іншої несправності задається самим експертом і відображає його суб'єктивну оцінку. Для більшої достовірності необхідно отримати деяку інтегровану оцінку групи експертів з урахуванням ступеня їх компетентності.

Кожному експерту виставимо оцінку з інтервалу $s \in [0, 1]$, яка буде відображати рівень їх компетентності. Інтегровану оцінку функції належності визначатимемо за формулою:

$$\mu_{z_i} = \sum_{i=1}^t (sv_i(z_i) \cdot s_i) / t, \quad (6)$$

де t – кількість експертів; $s_i = 1$ для кращого експерта, для спеціалістів з нижчим рівнем кваліфікації має виконуватись умова $0,6 \leq s_i < 1$; ступені впевненості експертів, рівень компетентності яких менше 0,6, не враховуються.

У випадку, коли експерт не визначив ступінь впевненості, значення sv_i береться рівним 0.

Метод нечіткого логічного висновку процесу діагностування комп'ютерних засобів представимо таким чином:

1. Виділяється множина діагностичних ознак

$$DZ = \bigcup_{i=1}^r A_i, \quad (7)$$

де A_i – множина характеристик діагностичних ознак.

Проводиться перевірка ОД за діагностичними ознаками 1-го рівня. Кожна діагностична ознака представляється за допомогою набору характеристик (4)

$$dz_j = \{a_{j1}^p, \dots, a_{ji}^p, \dots, a_{jr}^p\}. \quad (8)$$

2. На основі множини DZ визначається множина припущень експерта про можливість наявності тієї чи іншої несправності

$$Z_i = \bigcup_{j=1}^m DZ_j. \quad (9)$$

Множина припущень групи експертів

$$Z_{\text{гр}} = \bigcup_{i=1}^q Z_i. \quad (10)$$

3. Можлива причина несправності визначається шляхом відбору припущень з функціями належності, які мають ступені впевненості більші або рівні 0,7

$$y_i = (Z_i, \mu_{Z_i} \geq 0,7). \quad (11)$$

На основі (11) формується множина можливих причин несправностей

$$Y_n = \{y_i\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (12)$$

де n — кількість можливих причин несправностей.

Якщо $n > 5$, то $p = p + 1$, тобто, коли в результаті перевірки за ознаками 1-го РВП кількість можливих причин несправностей більша п'яти, то можливу причину необхідно уточнити шляхом визначення діагностичних ознак 2-го РВП. Якщо ж аналіз діагностичних ознак 1-го і 2-го рівнів не привів до виявлення можливих причин несправностей, то переходять до виявлення діагностичних ознак 3-го рівня. У результаті проведення нечіткого логічного висновку отримуємо множину можливих несправностей та причин їх виникнення.

Висновки

Для підвищення ефективності процесу діагностування КЗ доцільно використовувати НЕСД. У результаті дослідження запропоновано модель представлення знань у базі знань НЕСД комп'ютерних засобів, яке дозволяє спростити обробку виключень та зберегти родовидову ієрархію у разі представлення інформації у БЗ. На основі представленої класифікації діагностичних ознак за рівнем їх візуального прояву розроблено метод нечіткого логічного висновку процесу діагностування КЗ, який за рахунок урахування якісної інформації дає змогу підвищити ефективність процесу діагностування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. — Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999. — 320 с.
2. Локазюк В. М., Поморова О. В., Домінов А. О. Интеллектуальне діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем: Навч. посібник для вузів. — К.: Такі справи, 2001. — 286 с.

Матеріали статті рекомендовані до опублікування оргкомітетом VIII Міжнародної конференції «Контроль і управління в складних системах» (КУСС-2005, 24–27.10.2005 р)

Надійшла до редакції 10.11.05
Рекомендована до друку 22.11.05

Гнатчук Єлизавета Геннадіївна — асистент кафедри системного програмування.
Хмельницький національний університет «Поділля»