

УДК 004.78

В.М. ЛОКАЗЮК¹, В.Я. ЛЯШКЕВИЧ²¹Хмельницький національний університет, Україна²Чернівецький національний університет, Україна

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПОШУКУ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ

В статті представлена інтелектуальна інформаційна система пошуку діагностичної інформації для тестування мікропроцесорних пристроїв. До складу системи введені такі інтелектуальні компоненти, як база знань та модуль штучної нейронної мережі, що дає можливість інтелектуалізувати процес пошуку діагностичної інформації, визначати її достатність для тестування комп'ютерних пристроїв і цим самим уникнути повного аналізу всіх відомих джерел інформації.

комп'ютерні пристрої, мікропроцесорні пристрої, тестування, діагностична інформація, штучна нейронна мережа

Вступ

Сучасні мікропроцесорні пристрої (МПП), зокрема комп'ютерні (КП), являють собою складні апаратно-програмні засоби, котрі є, в свою чергу, складовими комп'ютерних систем, зокрема персональних комп'ютерів, та комп'ютерних мереж. На сьогодні без них важко уявити сучасне виробництво та управління.

Однією з найважливіших властивостей комп'ютерних пристроїв є надійність їх функціонування. Забезпечення надійності комп'ютерних пристроїв на протязі життєвого циклу здійснюється різними заходами, зокрема, відновленням, інформаційною надлишковістю, резервуванням. При реалізації цих підходів важливо дати відповідь, чи є пристрій справним. Така відповідь може бути одержана шляхом здійснення контролю роботоздатності КП. У разі отримання негативної відповіді переходять до організації і проведення діагностування з метою виявлення місця та причини прояву несправності.

Формулювання проблеми

Діагностування (тестування) комп'ютерних пристроїв є складною технологічною операцією. Його реалізація потребує знання методів та наявності за-

собів діагностування.

Ряд корисної і необхідної інформації щодо реалізації процесу діагностування можна знайти у фаховій технічній літературі, зокрема, монографіях, підручниках, навчальних та методичних посібниках, наукових статтях, надрукованих у фахових журналах, довідниках.

Відома велика кількість діагностичних програм різного призначення, особливо для персональних комп'ютерів та їх складових [1]. Ряд тестових програм з їх складу може бути використаний не тільки для ПК, а і для інших комп'ютерних пристроїв та систем, наприклад, для мікропроцесорів спеціалізованих комп'ютерних систем і таке ін. На сьогодні розроблено ряд експертних та автоматизованих систем діагностування, у складі яких наявні об'ємні бази знань та даних з відповідною інформацією. Ці бази знань також можуть викликати інтерес у діагностів з метою реалізації процесу діагностування КП.

У розмаїтті діагностичної інформації (ДІ) досить важко орієнтуватись навіть експертам-діагностам з досвідом, не кажучи вже про спеціалістів-початківців. Пошук потрібної інформації може зайняти значний відсоток часу із загального часу діагностування КП і тим самим знизити ефективність їх використання, а в певних випадках – і не дати мож-

ливості вчасно відновити їх робоздатність. Різноманітна інформація про методи і засоби діагностування КП є, як правило, надлишковою і слабкоструктурованою. Тому інформаційний пошук діагностичної інформації відомими методами і способами не завжди задовольняє діагностів, особливо кваліфікованих, тих, що вирішують складні діагностичні задачі. Не задовольняють їх ні бібліографічний пошук “за каталогом”, ні тематичний пошук “за текстом”, ні інші відомі методи [2].

Розроблені раніше методи пошуку інформації застосовуються також і при пошуку інформації в мережі Internet. Але ні гіпертекстова модель WWW, ні ієрархічна модель Gopher, як і інші, не вирішують проблеми пошуку інформації, зокрема і діагностичної, у великих об’ємах документів. В них неможливий і якісний пертинентний пошук за довжиною у 2 – 3 слова.

Архітектура сучасних інформаційно-пошукових систем діагностування не відповідає сучасним вимогам пошуку діагностичної інформації. Тому для підвищення ефективності процесу пошуку діагностичної інформації про тестування КП вирішувались такі задачі:

- 1) розроблення концептуальної моделі пошуку діагностичної інформації для реалізації тестування КП;
- 2) інтелектуалізація процесу пошуку діагностичної інформації на основі застосування мотивованих компонентів теорії штучного інтелекту;
- 3) уточнення відомих та розроблення нових моделей пошуку діагностичної інформації для тестування КП;
- 4) розроблення нової архітектури інформаційно-пошукової системи тестування комп’ютерних пристроїв.

Вирішення проблеми. Модель пошуку діагностичної інформації для тестування комп’ютерних пристроїв

Для розроблення концепції пошуку діагностичної інформації уточнимо її зміст.

Визначення 1. Діагностичною інформацією вва-

жатимемо таку інформацію, котра дає можливість розпізнавати технічний стан ОД.

Визначення 2. Діагностичною інформацією для тестування комп’ютерних пристроїв вважатимемо таку інформацію, котра дає можливість розпізнавати технічний стан КП як об’єктів діагностування.

В основу пошуку діагностичної інформації за допомогою інформаційно-пошукової системи діагностування покладено принцип зняття невизначеності щодо діагностичної інформації для тестування конкретних комп’ютерних пристроїв.

Діагностична інформація, як і інші види інформації, представляється у різній формі, зокрема, у вигляді тексту, зображень, цифрових даних і таке ін. В загальному діагностична інформація складається з певних повідомлень, котрі, в свою чергу, складаються з елементарних повідомлень – знаків чи сигналів.

Методи і алгоритми діагностичного забезпечення ґрунтуються на діагностичних моделях ОД. *Діагностична модель* являє собою формалізований опис об’єкта, необхідний для вирішення завдань діагностування. Такий опис може бути поданий у аналітичній, табличній, графічній та інших формах.

До *засобів діагностування* віднесемо апаратуру та програми, за допомогою яких здійснюється діагностування.

Під *діагностичною програмою* розуміють програму, призначену для виявлення, локалізації та опису пошкоджень технічного устаткування або помилок програм [3].

Сукупність засобів, об’єкта та виконавців, необхідна для проведення діагностування за правилами, встановленими технічною документацією, складає *систему діагностування*.

Діагностичною інформацією для тестування комп’ютерних пристроїв є:

- а) алгоритми функціонування та діагностування КП;
- б) описи діагностичних моделей ОД;
- в) правила, зокрема, основні принципи діагностування КП;

- г) описи методів і способів діагностування КП;
- д) діагностичні програми для тестування КП;
- е) описи апаратних засобів, за допомогою котрих здійснюється діагностування КП;
- е) описи системного програмного забезпечення (СПЗ) апаратних засобів діагностування КП;
- ж) описи та технічна документація систем діагностування.

Крім того, до діагностичної інформації віднесемо технічну документацію на комп'ютерні пристрої, що є об'єктами діагностування, а також навчальну та наукову літературу, наукові збірники та методичні посібники, у котрих розглядаються питання діагностування КП. До діагностичної інформації слід відносити також інформаційне та діагностичне програмне забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР) комп'ютерних пристроїв.

Діагностичною інформацією вважатимемо також і іншу, не перераховану вище, інформацію, котра може бути корисною при вирішенні основних завдань технічної діагностики.

Визначення 3. Джерелом діагностичної інформації для тестування КП вважатимемо такі літературні та електронні джерела, котрі містять ДІ для визначення технічного стану КП.

Опишемо формально взаємозв'язок ДІ з її джерелами. Для цього введемо поняття ознаки діагностичної інформації.

Визначення 4. Ознакою діагностичної інформації для тестування КП вважатимемо наявність у відомостях про КП повідомлень, що дають можливість визначити їх технічний стан або сприяють його визначенню.

Множина ознак діагностичної інформації:

$$M_q = \{q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_l\},$$

де q_i – i -та ознака ДІ; l – кількість ознак ДІ.

Ознака ДІ, на відміну від загального поняття діагностичної інформації, має нести у собі якісний і кількісний показники. Множину джерел діагностичної інформації визначимо як:

$$M_d = \{d_1, d_2, \dots, d_j, \dots, d_m\},$$

де d_j – j -те джерело ДІ; m – кількість джерел ДІ.

З наведених раніше визначень: $M_q \subseteq M_d$, де $M_q \neq \emptyset$, $M_d \neq \emptyset$.

Наведені вирази описують по суті пошук ДІ (ознак ДІ) з відомих джерел ДІ. При цьому слід мати на увазі, що саме пошук здійснюється відомими методами [2] за розглянутими вище ознаками.

На сучасному етапі розвитку комп'ютерної техніки є досить велика кількість джерел ДІ (тисячі і десятки тисяч). При цьому кожне з них може нести велику кількість корисної інформації для тестування конкретного КП. Така інформація з певної кількості джерел ДІ може бути достатньою або недостатньою для визначення технічного стану ОД (КП) і, в разі його несправності, визначення місця прояву цієї несправності. Тому необхідно ввести показники, які характеризували б згадані критерії ДІ.

Визначення 5. У якості критерію корисності ДІ приймемо умовний ступінь наявності ДІ, що необхідна для реалізації тестування КП.

Загальна корисність джерела ДІ:

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_S\},$$

де k_i – корисність (ступінь корисності) i -ї ознаки ДІ джерела, що розглядається; S – кількість ознак ДІ джерела, що розглядається.

Ступінь корисності i -ї ознаки ДІ може встановлюватись експертним шляхом.

Визначення 6. У якості критерію достатності ДІ приймемо умовний ступінь достатності ДІ для повної реалізації процесу тестування КП

$$D = \{p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_m\},$$

де p_i – достатність (ступінь достатності) i -го джерела ДІ для реалізації процесу тестування КП; m – кількість джерел ДІ, а, у свою чергу, p_i визначається як сума достатностей ознак ДІ:

$$p_i = \sum_{i=1}^l p_{q_i},$$

де p_{q_i} – достатність q_i -ї ознаки ДІ (l – їх кількість).

За ступенем корисності спочатку визначаються джерела, з котрих буде почерпнута ДІ для тестування КП, а потім сукупність цих джерел аналізується на достатність. Якщо у процесі аналізу певної кількості із сукупності корисних джерел ступінь достатності D дорівнює або перевищує заданий D_3 , то пошук на цьому етапі припинюється. Відшукана ДІ застосовується для реалізації процесу тестування КП. У разі успішної реалізації процесу тестування вважаємо, що і пошук ДІ здійснився успішно. Якщо тестування КП не дало необхідних позитивних результатів, то виникає потреба продовжити пошук ДІ, збільшивши ступінь достатності D_3 шляхом відшукування нових корисних джерел і збільшення типів і кількості ознак.

Загальний алгоритм пошуку ДІ для реалізації процесу тестування КП наведено на рис. 1.

Для визначення достатності ДІ для тестування КП та ідентифікації джерел ДІ можна використати апарат штучних нейронних мереж. Це мотивовано тим, що нейромережні системи керування відносяться до класу нелінійних динамічних систем. У складі таких систем ШНМ може виконувати різноманітні функції, зокрема, діагностування технічного (у тому числі і комп'ютерного) обладнання, оцінку стану і моніторинг обладнання та ряд інших задач [4, 5]. ПС для тестування КП (рис. 2) згідно поставлених задач і з метою досягнення відповідних цілей має у своєму складі модуль ШНМ.

До складу модуля ШНМ входять блок формування кодів ознак (БКО), блок формування вагових коефіцієнтів корисності ознак (ББК), блок формування кодів інформації (БКІ), блок визначення цільових функцій (БЦФ).

Запропонована на рис. 2 структура модуля ШНМ відображається штучною нейронною мережею, котра моделює процес пошуку ДІ та визначення цільових функціоналів її достатності із заданою кількістю ознак ДІ. Розглянемо процес моделювання пошуку ДІ у разі визначеної сталої кількості ознак ДІ. Він відображений ШНМ, що представлена на рис. 3.

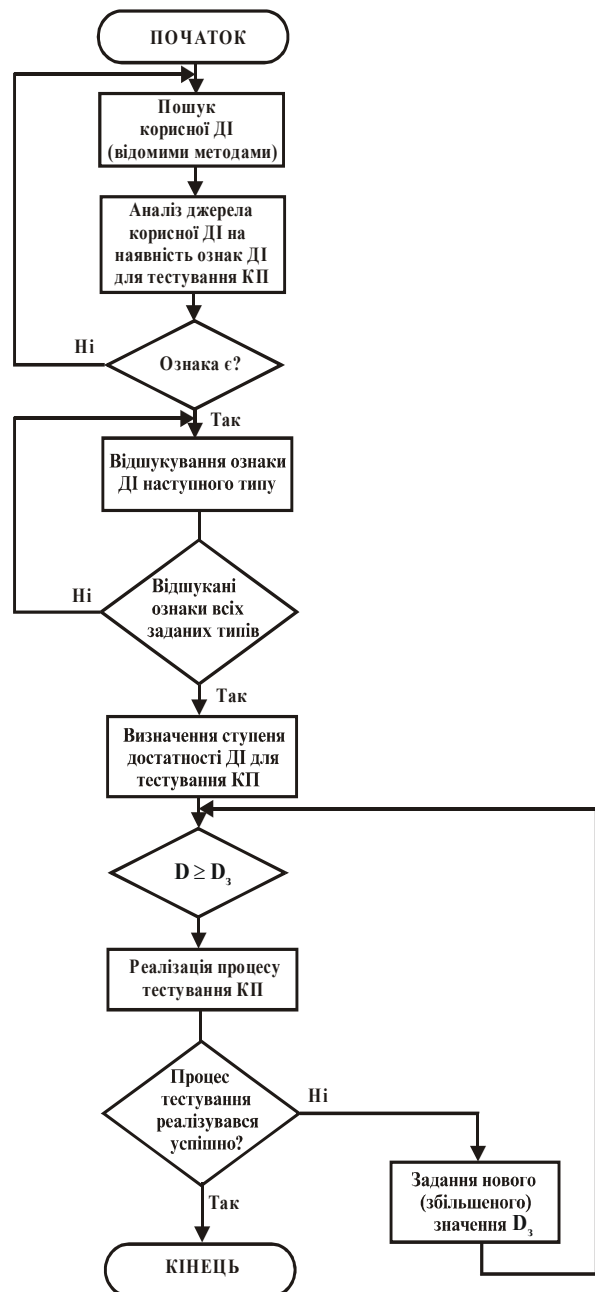


Рис. 1. Алгоритм пошуку ДІ для реалізації процесу тестування КП

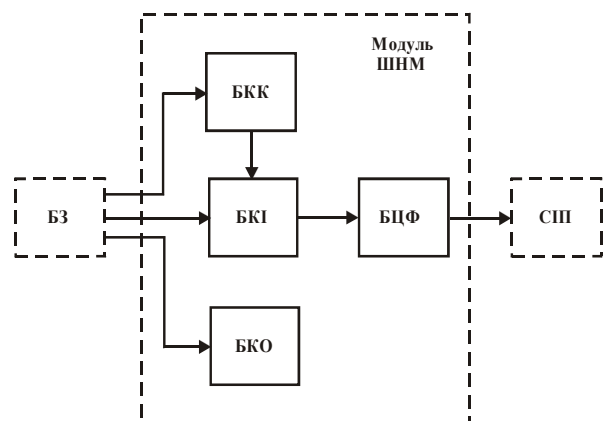


Рис. 2. Структурна схема модуля ШНМ

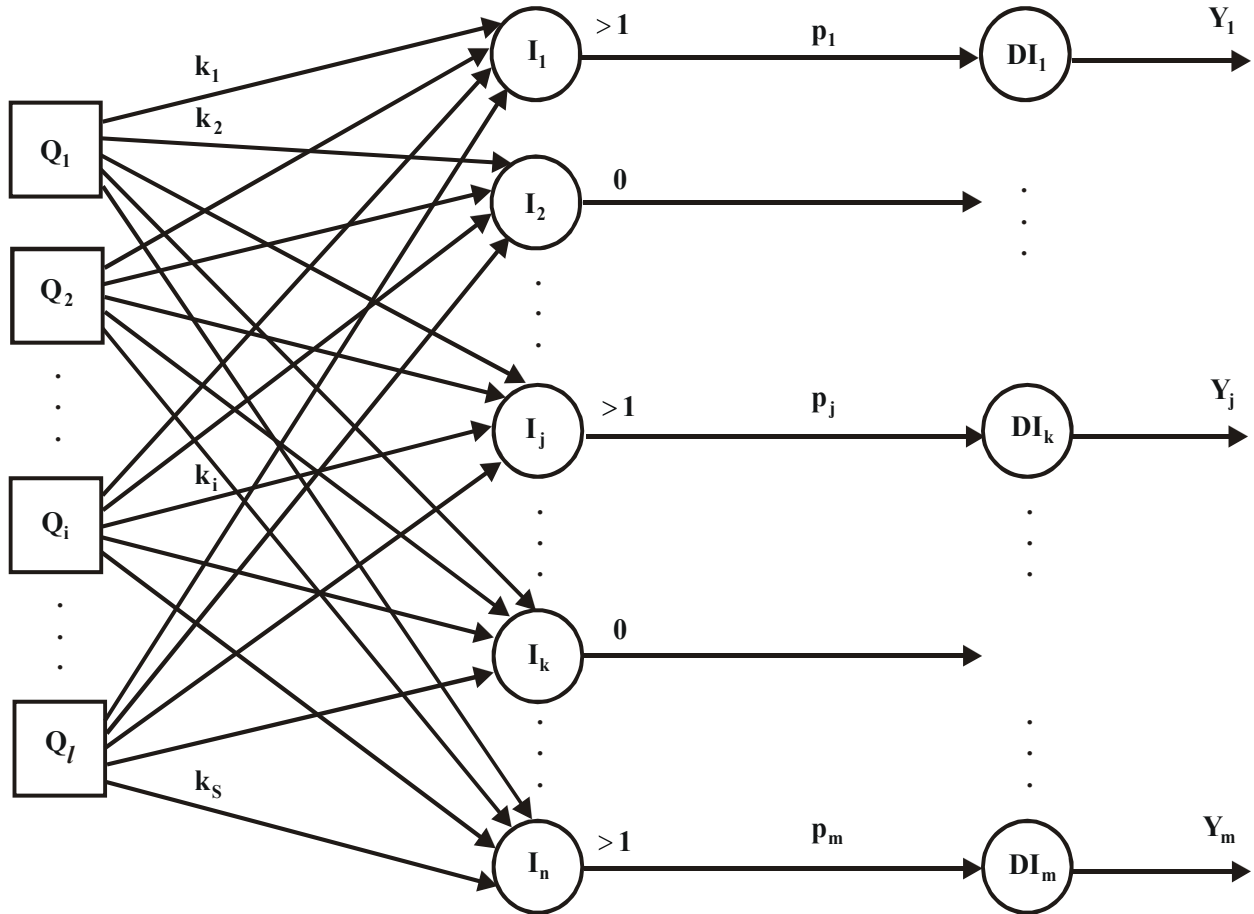


Рис. 3. ШНМ, що моделює процес пошуку ДІ та визначення цільових функціоналів її достатності із заданою кількістю ознак ДІ

Мережа є двошаровим прямонаправленим перцептроном. Входами мережі є задана множина ознак діагностичної інформації $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_l\}$. Нейрони першого шару $I = \{I_1, I_2, \dots, I_k, \dots, I_n\}$ відповідають джерелам інформації взагалі, а нейрони другого шару $DI = \{DI_1, DI_2, \dots, DI_k, \dots, DI_m\}$ – джерелам діагностичної інформації для тестування КП. Мережа (рис. 3) працює наступним чином. На l входів ШНМ з БЗ поступають певні сигнали $q = \{q_i; i = 1, \dots, l\}$, що відповідають ознакам ДІ, котрі проходять по синапсах на нейрони першого шару ШНМ. Ваги синапсів відповідають корисності ознак і задаються множиною $K = \{k_i; i = 1, \dots, s\}$. На виходах нейронів утворюються сигнали:

$$y_i = f_1 \left[\sum_{j=1}^l q_j k_{ij} \right], \text{ де } j = n.$$

У якості активаційної функції приймемо двійкову активаційну функцію, що може мати такі значення:

$$f(q) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } q > 0; \\ 0, & \text{якщо } q \leq 0. \end{cases}$$

Це відповідатиме тому, що, якщо в елементі множини I_k виявлена ознака ДІ, то нейрон I_k буде активізованим, і значення сигналу буде більше нуля. Якщо ж в I_k елементі множини не виявлена ознака ДІ, то нейрон не буде активізований, і значення сигналу на його виході дорівнюватиме нулеві.

Другий шар мережі складається з нейронів $DI = \{D_j; j = 1, \dots, m\}$, що відповідають діагностичній інформації, яка корисна для тестування КП. Цільові функціонали $Y = \{Y_k; k = 1, \dots, m\}$ визначаються за формулою:

$$Y_k = f_2 \left[f_1 \left(\sum_{i=1}^l q_i k_{ij} \right) \cdot p_{jk} \right],$$

при цьому f_2 приймемо рівною 1, тоді для нашого випадку $f_2 = f_1$. Тому активаційні функції можна позначити $f = f_1 = f_2$, а $\sum_{i=1}^l q_i k_{ij} = \overline{net_1}$. Тоді попередня формула прийме вигляд:

$$Y_k = f[f(\overline{net_1}) \cdot p_{jk}].$$

Навчання мережі здійснюється методом зворотного поширення помилки чи градієнтного спуску (Backpropagation) [5] згідно парадигми навчання “З вчителем”. У разі недостатності ДІ, що відшукувалась за сталою кількістю ознак ДІ, виникає необхідність їх збільшення (уточнення). Кількість ознак ДІ при цьому буде змінюватись. Змодельємо цей процес на базі ШНМ.

Архітектура мережі, що моделює процес пошуку ДІ та визначення цільових функціоналів її достатності із зміною кількості ознак ДІ, показана на рис. 4. Ця ШНМ є по суті мережею структури ДАП. Вона відрізняється від попередньо розглянутого перцептрона тим, що вихідні сигнали за допомогою зворотних зв'язків подаються на її ж входи.

Функціонування мережі (рис. 4) на першому етапі не відрізняється від попередньо розглянутої мережі (рис. 3). На наступному етапі вихідні сигнали подаються на входи ШНМ. Ці два етапи складають цикл роботи мережі. При реалізації кількох таких циклів (ітерацій) з кожним із них вектори сигналів на виходах обох шарів ШНМ наближаються до зразкових.

У разі недосягнення достатності ДІ для тестування КП (значення цільових функціоналів не відповідають заданим) з бази знань додається певна кількість ознак, і таким чином кількість входів ШНМ змінюється шляхом задіяння нових ознак. Мережа перенавчається щодо зміненої кількості входів і починає функціонувати з реалізацією тієї кількості ітерацій, при котрій вихідні функціонали найбільше наближаються до зразкових. У разі задовільного результату процес зміни (уточнення) кількості ознак закінчується. Якщо результат негативний, зміна кількості ознак продовжується до одержання позитивного результату. Слід мати на увазі, що під процесом зміни кількості ознак розуміється не тільки збільшення кількості ознак, а й заміна одних ознак іншими.

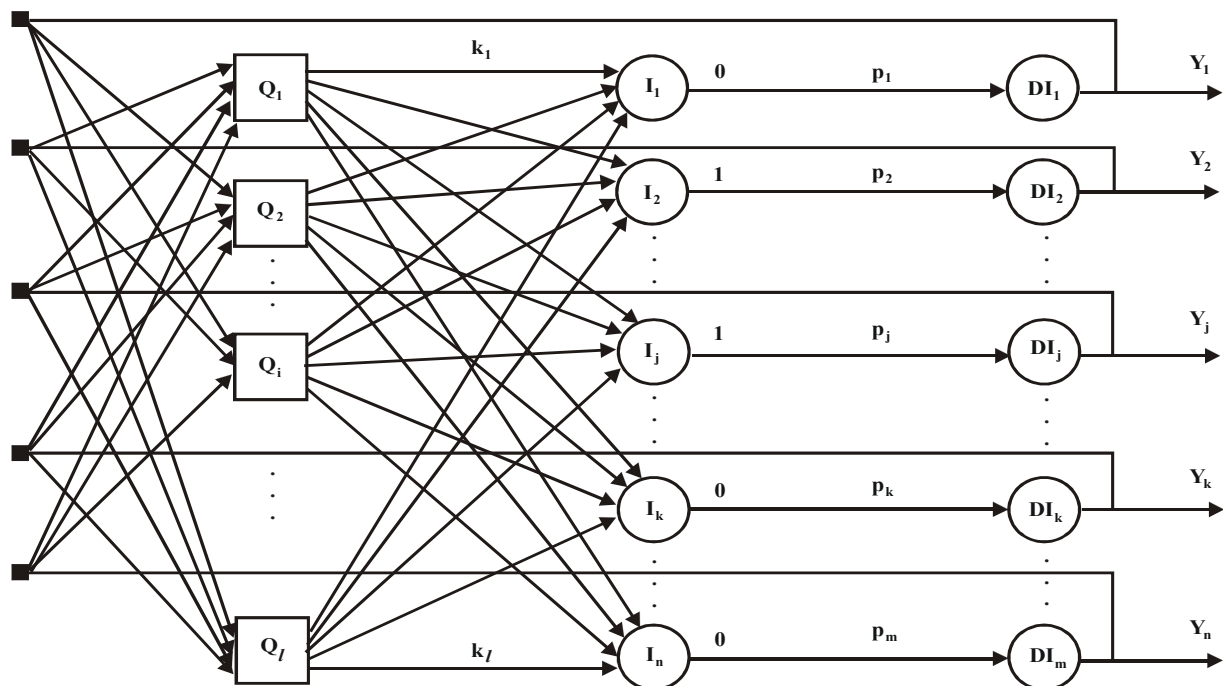


Рис. 4. ШНМ, що моделює процес пошуку ДІ та визначення цільових функціоналів її достатності із зміною кількості ознак ДІ

Відмінність мережі, що розглядається, від попередньої полягає також і у тому, що у попередньо розглянутій ШНМ нейрони, що відповідали джерелам інформації. Додатково введені ознаки ДІ можуть виявитись у вищезгаданих джерелах I , і це збільшить значення вихідних функціоналів.

Розглянута ШНМ, що моделює процес пошуку ДІ із зміною кількості ознак, передбачає визначення цільових функцій кожного нейрона вихідного шару, тобто кожного джерела ДІ окремо. Але, як правило, одне джерело ДІ не має інформації, достатньої для тестування КП. У такому разі постає задача оцінити достатність ДІ кількох джерел та визначення множини джерел, достатніх для тестування КП з ідентифікацією її елементів, тобто конкретизацією джерел ДІ. Розв'язок цієї задачі моделює ШНМ, що має ще один шар, котрий складається з одного нейрона. Цей шар є вихідним. Він, включаючи входи $Y_1, \dots, Y_j, \dots, Y_k, \dots, Y_m$, являє собою перцептрон Розенблатта, де зміщення $\theta = 0$. Для спрощення моделювання активаційна функція f прийнята лінійною.

ШНМ працює ідентично попередньо розглянутій, з тими відмінностями, що функціонали, отримані на виходах нейронів шару ДІ, сумуються на нейроні D , і з його виходу ми отримуємо сумований функціонал достатності ДІ для тестування КП. Для одержання бажаного результату з виходу нейрона D утворено зворотний зв'язок, по котрому сумований сигнал подається на входи ШНМ для зміни або уточнення кількості ознак ДІ для тестування КП.

Таким чином, запропонований варіант ШНМ дає можливість оцінити в загальному достатність ДІ, одержаної із заданої кількості джерел, і у разі її недостатності змінити кількість ознак і, відповідно, кількість джерел інформації, у котрих відшукується ДІ, та в підсумку одержати бажаний результат.

Висновки

1. Для вирішення важкоформалізованої задачі пошуку діагностичної інформації розроблена нова

архітектура інформаційно-пошукової системи для тестування комп'ютерних пристроїв, де до складу системи введені такі інтелектуальні компоненти, як база знань та модуль штучної нейронної мережі, що дає можливість інтелектуалізувати процес пошуку діагностичної інформації, визначати її достатність для тестування комп'ютерних пристроїв і цим самим уникнути повного аналізу всіх відомих джерел інформації.

2. Розроблені нейромережні моделі пошуку діагностичної інформації для тестування комп'ютерних пристроїв, котрі мають у своєму складі елементи парадигм прямонапрявленого перцептрона, мережі двонапрявленої асоціативної пам'яті, перцептрона Розенблатта, але зворотні зв'язки заводяться не на вхідний шар нейронів, а на входи ШНМ, що дає можливість змінювати чи уточнювати множину ознак діагностичної інформації з метою вибору таких джерел інформації, які були б достатні для реалізації процесу тестування конкретного комп'ютерного пристрою.

Література

1. Локазюк В.М., Савченко Ю.Г. Надійність, контроль, діагностика і модернізація ПК. – К.: Академія (Альма-матер), 2004. – 376 с.
2. Когаловский М.Р. Перспективные технологии информационных систем. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2003. – 288 с.
3. ДСТУ 2873-94. Системи оброблення інформації. Програмування. Терміни та визначення.
4. Локазюк В.М., Поморова О.В., Домінов А.О. Інтелектуальне діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем. – К.: Такі справи, 2001. – 286 с.
5. Нейронные сети в системах автоматизации / В.И. Архангельский, И.Н. Богаенко, Г.Г. Грабовский, Н.А. Рюмшин. – К.: Техніка, 1999. – 364 с.

Надійшла до редакції 3.02.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.П. Дивак, Тернопільський державний економічний університет.