



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **74414** (13) **U**
(51) МПК
G06G 7/60 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

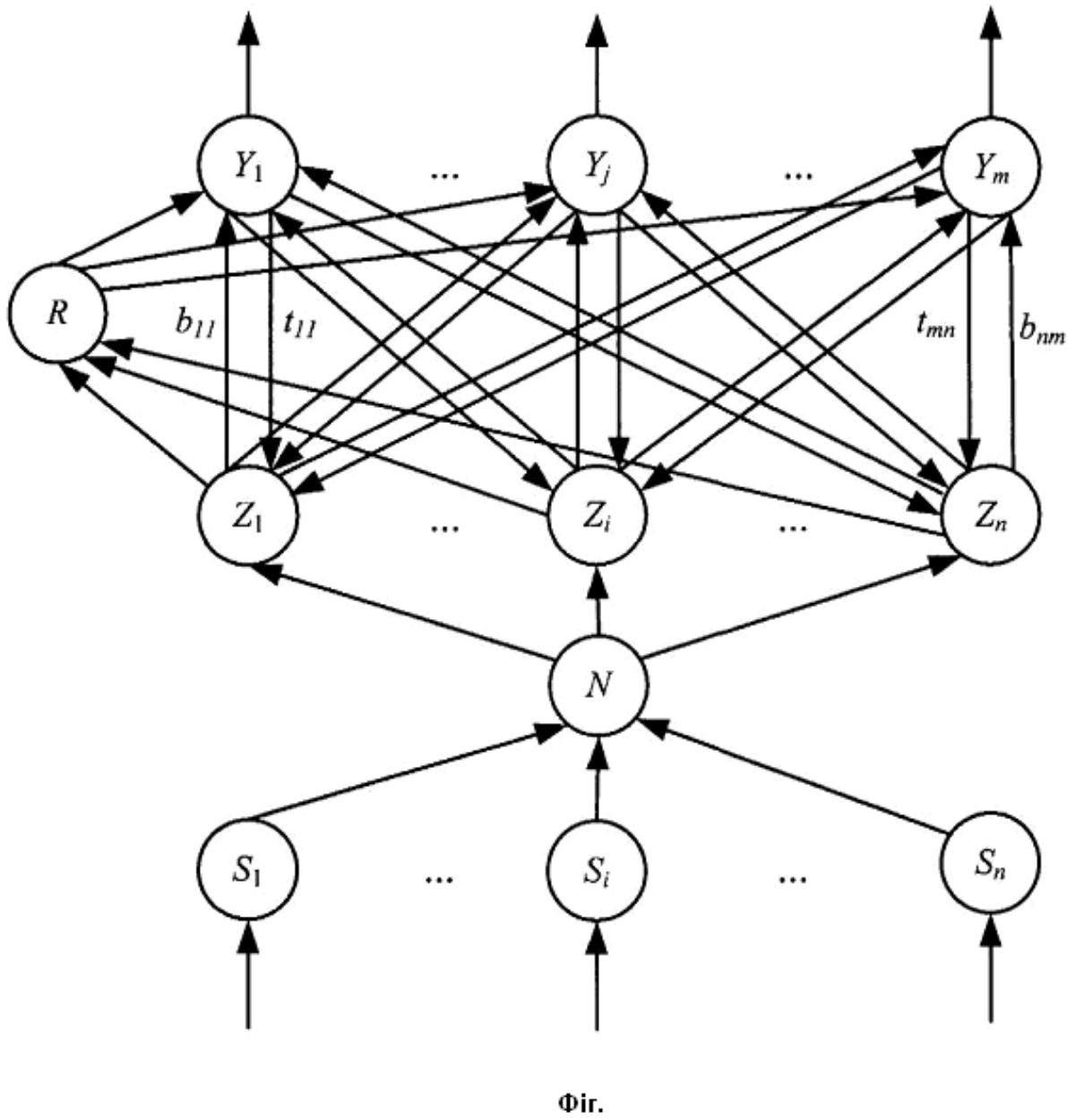
| | |
|--|--|
| <p>(21) Номер заявки: u 2012 04749</p> <p>(22) Дата подання заявки: 17.04.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2012</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2012, Бюл.№ 20</p> | <p>(72) Винахідник(и): Дмитрієнко Валерій Дмитрійович (UA), Заковоротний Олександр Юрійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</p> |
|--|--|

(54) НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

(57) Реферат:

Нейромережевий пристрій для розпізнавання та класифікації динамічних процесів, створений на основі безперервних нейронних мереж адаптивної резонансної теорії, складається з сенсорного шару нейронів, причому до його складу введено шар інтерфейсних елементів, нейрони якого зв'язані вхідними зв'язками з нормуючим нейроном, вихідними зв'язками з керуючим нейроном та зваженими двонаправленими зв'язками з кожним нейроном розпізнавального шару елементів, нейрони якого зв'язані вхідними зв'язками з керуючим нейроном, та нормуючий нейрон, який зв'язаний вхідними зв'язками з кожним елементом сенсорного шару нейронів.

UA 74414 U



Корисна модель належить до обчислювальної техніки, зокрема до області побудови автоматизованих систем керування, а саме до напрямку створення систем діагностики й керування складними технічними об'єктами.

5 Корисна модель може бути використаний при побудові систем керування або діагностики такого складного технічного об'єкта як дизель-поїзд з асинхронним тяговим електроприводом.

Відомій пристрій для розпізнавання образів складається з багатоканального комутатора, аналого-цифрового перетворювача й логічних елементів I, причому інформаційний вхід багатоканального комутатора є інформаційним входом всього пристрою, адресні входи багатоканального комутатора підключені до виходів лічильника адреса та до адресних входів старших розрядів блока пам'яті, а вихід багатоканального комутатора підключений до інформаційного входу аналого-цифрового перетворювача, виходи якого у свою чергу, підключені до адресних входів молодших розрядів блока пам'яті, виходи якого підключені безпосередньо до інформаційних входів блока реєстрів зсуву та до перших входів блока логічних елементів I, другі входи якого об'єднані та підключені до виходу блока керування, а виходи підключені до відповідних зсувних входів блока реєстрів зсуву, а вхід блока керування є керуючим входом всього пристрою [1].

Недоліком відомого пристрою для розпізнавання образів є те, що він накладає обмеження на послідовність пред'явлення навчальних зображень.

Відомій пристрій для розпізнавання зображень, містить: приймач зображення, вентиль, синхронізатор, два реєстри зсуву, два лічильника, генератор одиночних імпульсів, суматор по модулю два, блок пам'яті та блок порівняння, й відрізняються тим, що з ціллю підвищення вірогідності розпізнавання орієнтирів, зокрема антропогенних, за рахунок використання третьої незалежної ознаки кількості кутів зображення орієнтира в нього включені два елементи затримки, три суматори по модулю два та лічильник, при цьому перший вхід вентиля приєднаний до виходу приймача зображень, другий вхід з виходом синхронізатора, а вихід з входом першого лічильника, а також з інформаційними входами другого реєстра зсуву та генератора одиночних імпульсів, керуючі входи якого приєднані до виходу синхронізатора; вихід генератора одиночних імпульсів підключений до першого входу другого лічильника, вихід другого реєстру зсуву до інформаційного входу першого реєстру зсуву та першого входу першого суматора по модулю два; керуючий вхід першого реєстру зсуву підключений до виходу синхронізатора, а вихід до другого входу першого суматора по модулю два, вихід якого приєднаний до другого входу другого лічильника; крім того, виходи першого та другого реєстра зсуву приєднані до перших входів відповідно другого та третього суматорів по модулю два безпосередньо, а з другими входами тих же суматорів по модулю два через елементи затримки, виходи другого та третього суматорів по модулю два приєднані до першого та другого входів четвертого суматора по модулю два, вихід якого приєднаний до входу третього лічильника; виходи першого, другого та третього лічильників з'єднані з відповідними входами блока порівняння, четвертий вхід якого з'єднаний з виходом блока пам'яті, а вихід є виходом всього пристрою [2].

40 При порівнянні з першим аналогом пристрій для розпізнавання зображень не накладає обмежень на послідовність пред'явлення навчальних зображень, однак у розглянутого пристрою відсутня можливість запам'ятовувати й відновляти з пам'яті зображення які представлені у вигляді векторів з безперервними складовими, крім того у розглянутого пристрою відсутня можливість донавчання в процесі його функціонування.

45 Найбільш близьким до заявленого пристрою є обчислювальний пристрій для розпізнавання режимів функціонування динамічних об'єктів, що містить у собі шар сенсорних елементів, нейрони якого зв'язані парами двонаправлених зв'язків з відповідними їм нейронами інтерфейсного шару, елементи якого зв'язані бінарними односпрямованими вхідними зв'язками з першим нормалізуючим модулем й відповідними їм нейронами першого обробного шару, елементи якого, у свою чергу, зв'язані бінарними односпрямованими вхідними зв'язками з першим нормалізуючим модулем та бінарними односпрямованими вихідними зв'язками з відповідними їм нейронами другого обробного шару, які, у свою чергу, зв'язані бінарними односпрямованими вихідними зв'язками з другим нормалізуючим модулем та відповідними їм нейронами четвертого обробного шару, елементи якого зв'язані бінарними односпрямованими вихідними зв'язками з відповідними їм нейронами інтерфейсного та керуючого шарів, а також бінарними односпрямованими вхідними зв'язками з другим нормалізуючим модулем, й парами двонаправлених зважених зв'язків з безперервними ваговими коефіцієнтами з нейронами проміжного шару, при цьому, кожний з нейронів керуючого шару зв'язаний бінарними односпрямованими вихідними зв'язками з керуючим нейроном, що, у свою чергу, зв'язаний бінарними односпрямованими вихідними зв'язками з кожним з нейронів розпізнавального шару,

елементи якого зв'язані двонаправленими зваженими зв'язками з безперервними ваговими коефіцієнтами з кожним з нейронів проміжного шару, відповідні елементи якого зв'язані бінарними односпрямованими вихідними зв'язками з відповідними їм нейронами керуючого шару елементів, третім нормалізуючим модулем, а також з відповідними їм нейронами третього обробного шару, елементи якого зв'язані бінарними односпрямованими вхідними зв'язками з третім нормалізуючим модулем, а також бінарними вихідними односпрямованими зв'язками з відповідними їм нейронами другого обробного шару [3].

При порівнянні з відомими аналогами пристрій - прототип (обчислювальний пристрій для розпізнавання режимів функціонування динамічних об'єктів) здатний донавчатися в процесі свого функціонування, та зберігати й відновлювати зі своєї пам'яті вектора, які складаються з безперервних складових. Однак нормування компонент вхідного вектора, яке закладено в структурі пристрою, відносить зображення однакові за формою але різних за амплітудою до одного класу зображень.

Таким чином, недоліком прототипу є закладене у структурі пристрою нормування компонент вхідного вектора, яке відносить зображення однакові за формою але різних за амплітудою до одного класу зображень.

Задача корисної моделі - розробка нейромережевого пристрою для розпізнавання та класифікації динамічних процесів, що не накладає обмежень на послідовність пред'явлення навчальних зображень, має можливість запам'ятовувати й відновлювати з пам'яті пристрою зображення, які представлені у вигляді векторів з безперервними складовими, має можливість донавчатися в процесі свого функціонування та відносити до різних класів зображення однакові за формою але різних за амплітудою.

Задача вирішується завдяки тому, що обчислювальний пристрій для розпізнавання режимів функціонування динамічних об'єктів перебудовується шляхом введення в його структуру шару інтерфейсних елементів, нейрони, якого зв'язані вхідними зв'язками з нормуючим нейроном та відповідними сенсорними нейронами, а також вихідними зв'язками з керуючим нейроном та зваженими двонаправленими зв'язками з кожним нейроном розпізнавального шару елементів, нейрони якого зв'язані вхідними зв'язками з керуючим нейроном, та нормуючий нейрон, який зв'язаний вхідними зв'язками з кожним елементом сенсорного шару нейронів.

Корисна модель ілюструється зображенням

Креслення, на якому приведена схема нейромережевого пристрою для розпізнавання та класифікації динамічних процесів, яка розроблена на основі безперервних нейронних мереж адаптивної резонансної теорії.

Нова архітектура пристрою включає три шари нейронів: шар сенсорних S-нейронів, сигнали яких нормуються за допомогою нормуючого модуля N; шар проміжних Z-нейронів; шар розпізнавальних Y-нейронів, а також керуючий R-нейрон.

В основу навчання розробленого нейромережевого пристрою покладено алгоритм швидкого навчання, який передбачає, що ваги зв'язків Y-нейрона, що перемиг досягають рівноважних значень при кожному пред'явленні навчального вектора.

В алгоритмі прийняті наступні позначення:

m - максимальне число елементів у Y-шарі або максимальне число образів, що розпізнаються;

n - число компонент у вхідному векторі;

S^k - n -мірний вхідний вектор, $k=1, \dots, q$;

q - число вхідних векторів;

$S_{i \max}$ - максимальна можлива значення компонент для вхідних векторів;

p - параметр подібності, діапазон доступних значень параметру: $0 < p < 1$;

p_1 - параметр подібності нейрона-переможця Y_j ;

$U_{ex, Y}$ - m -мірний вектор вхідних сигналів розпізнавального шару елементів;

$U_{ex, Z}$, $U_{ex, Z}$ - відповідно вхідний та вихідний n -мірний вектор сигналів інтерфейсного шару елементів;

b_{ij} - ваги зв'язків від елементів Z_i ($i=1, \dots, n$) до елементів Y_j ($j=1, \dots, m$), початкове значення: $b_{ij}=1$;

t_{ji} - ваги зв'язків від елементів Y_j ($j=1, \dots, m$) до елементів Z_i ($i=1, \dots, n$), початкове значення: $t_{ji}=1$;

Алгоритм навчання нейромережевого пристрою для розпізнавання та класифікації динамічних процесів, передбачає виконання наступних кроків:

Крок 1. Ініціюється загальний параметр p подібності зображень, максимально можливе значення $S_{i \max}$ компонент для вхідних векторів нейронної мережі та ваги зв'язків b_{ij} та t_{ji} ($i=1, \dots, n$;

$j=1, \dots, m$). Задаються вихідні сигнали нейронів для всіх елементів Y -шару, які дорівнюють нулю:
 $U_{\text{вих}Y_j} = 0, j=1, \dots, m.$

Крок 2. Для кожного навчального вхідного вектора S^k ($k=1, \dots, q$) виконуються кроки 3-13 алгоритму.

5 Крок 3. Вектором S^k активуються всі S -елементи сенсорного шару:

$$U_{\text{вх}S_i} = S_i^k, U_{\text{вих}S_i} = U_{\text{вх}S_i}, i = 1, \dots, n.$$

Крок 4. Нормуються вихідні сигнали всіх нейронів сенсорного шару:

$$U_{\text{вх}Z_i} = U_{\text{вих}S_i} / U_{\text{вих}S_{i\text{max}}}, i = 1, \dots, n.$$

Крок 5. Формуються вихідні сигнали всіх елементів інтерфейсного шару:

10 $U_{\text{вих}Z_i} = U_{\text{вх}Z_i}, i = 1, \dots, n.$

Крок 6. Для кожного Y -нейрона розраховується його вихідний сигнал:

$$U_{\text{вх}Y_j} = U_{\text{вх}Y_j} = \sum_{i=1}^n b_{ij} U_{\text{вих}Z_i}, j = 1, \dots, m.$$

Крок 7. Поки не знайдений Y -нейрон, ваговий вектор якого y відповідності з заданим значенням параметра подібності p відповідає вхідному вектору S^k , виконуються кроки 8-12 алгоритму.

15

Крок 8. В Y -шарі визначається нейрон Y_j , який задовольняє умові: $U_{\text{вих}Y_j} \geq U_{\text{вих}Y_j}, j = 1, \dots, m.$

Якщо таких елементів декілька, то обирається елемент з найменшим індексом. Якщо $U_{\text{вих}Y_j} = -1$ то всі елементи загальмовані, й вихідне зображення не може бути класифіковане або збережене.

20

Крок 9. Вихідний сигнал нейрона-переможця Y_j задається рівним одиниці: $U_{\text{вих}Y_j} = 1$, а вихідні сигнали інших Y -нейронів задаються рівними нулю: $U_{\text{вих}Y_j} = 0$, при $j = 1, \dots, m, j \neq J.$

Крок 10. Розраховуються вхідні сигнали всіх елементів інтерфейсного шару:

$$U_{\text{вх}Z_i} = U_{\text{вих}Y_j} t_{ji}, i = 1, \dots, n.$$

Крок 11. Визначається параметр подібності p_1 для нейрона-переможця Y -шару - Y_j :

25

$$p_1 = \frac{\|U_{\text{вих}Z}\|}{\|U_{\text{вих}S}\|}, \|U_{\text{вих}Z}\| = \sum_{i=1}^n U_{\text{вих}Z_i}, \|U_{\text{вих}S}\| = \sum_{i=1}^n \frac{U_{\text{вих}S_i}}{U_{\text{вих}S_{i\text{max}}}}.$$

Крок 12. Перевіряється умова навчання виділеного нейрону Y_j . Якщо $p_1 < p$, то умова не виконується, нейрон Y_j гальмується ($U_{\text{вих}Y_j} = -1$) та виключається з подальшої участі в змаганнях при пред'явленні даного зображення, потім визначається новий нейрон-переможець (перехід до кроку 8 алгоритму). Якщо $p_1 \geq p$, то умова можливого навчання нейрона Y_j виконується та здійснюється перехід до наступного кроку алгоритму.

30

Крок 13. Визначаються ваги зв'язків елемента Y_j : $b_{ij} = U_{\text{вих}Z_i}, t_{ji} = U_{\text{вх}Z_i}, i = 1, \dots, n.$

Крок 14. Останов.

У режимі розпізнавання динамічних процесів, на відміну від режиму навчання, виконується тільки виділення нейрона-переможця Y_j , при цьому ваги зв'язків нейромережевого пристрою для розпізнавання та класифікації динамічних процесів не змінюються.

35

Таким чином, розроблена архітектура та алгоритми роботи нейромережевого пристрою для розпізнавання та класифікації динамічних процесів, який дозволяє відносити до різних класів зображення, близькі за формою, але різні за амплітудою, не накладає обмежень на послідовність пред'явлення навчальних зображень, має можливість запам'ятовувати й відновляти з пам'яті пристрою зображення які представлені у вигляді векторів з безперервними складовими й має можливість донавчатися в процесі свого функціонування.

40

Джерела інформації:

1. Патент Російської Федерації на винахід № 2306605, кл. G06K9/62, 2006.

2. Патент Російської Федерації на винахід № 94015299, кл. G06K 9/00, 1996.

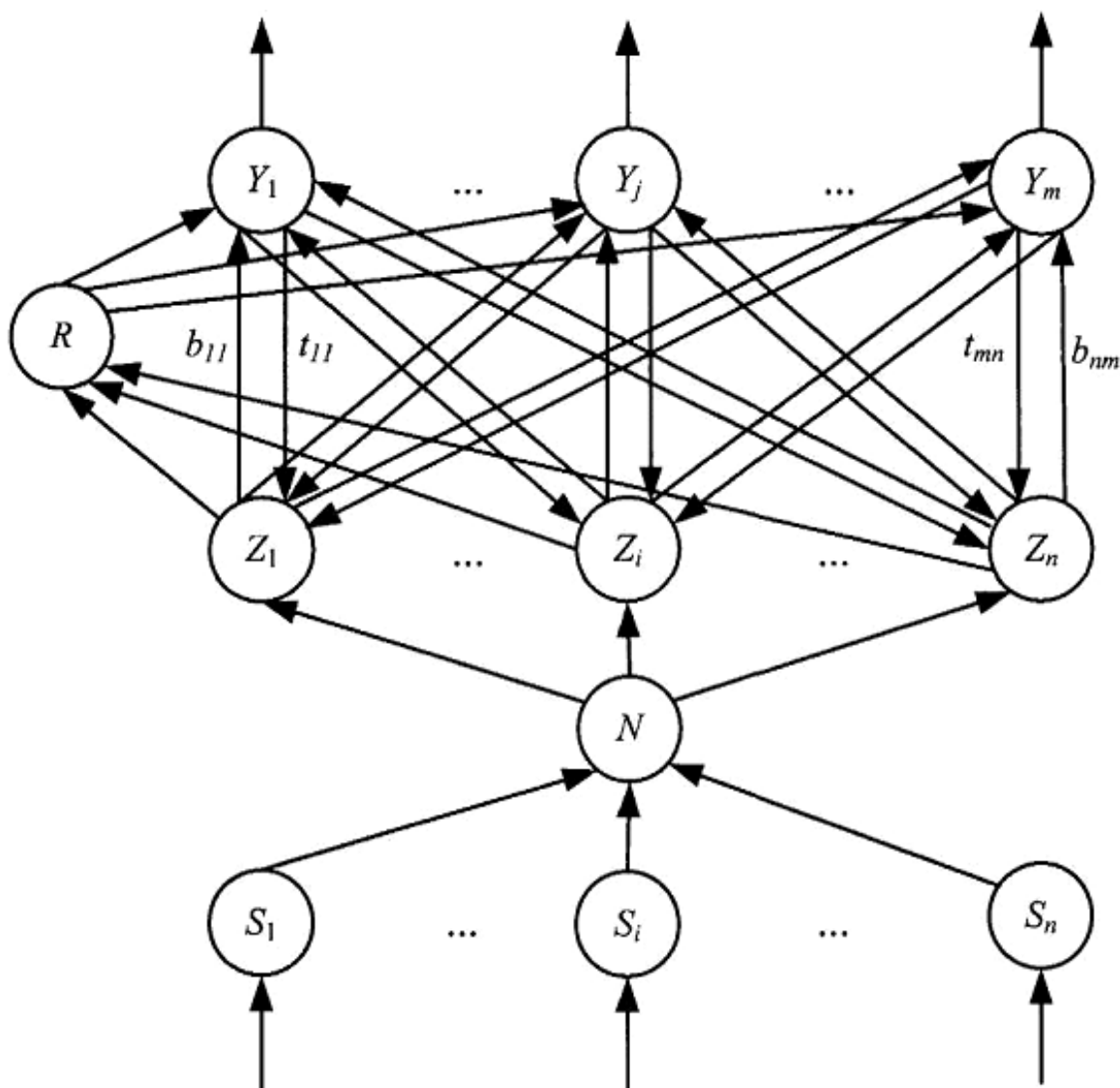
45

3. Дмитриенко В. Д., Заковоротный А.Ю., Терехина В.М. Вычислительное устройство для распознавания режимов функционирования динамических объектов// Вісник НТУ "ХПІ", Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. - Харків: НТУ "ХПІ". - 2004. - № 34. - С. 70-81.

50

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Нейромережевий пристрій для розпізнавання та класифікації динамічних процесів, створений на основі безперервних нейронних мереж адаптивної резонансної теорії, складається з сенсорного шару нейронів, який **відрізняється** тим, що до його складу введено шар інтерфейсних елементів, нейрони якого зв'язані вхідними зв'язками з нормуючим нейроном, вихідними зв'язками з керуючим нейроном та зваженими двонаправленими зв'язками з кожним нейроном розпізнавального шару елементів, нейрони якого зв'язані вхідними зв'язками з керуючим нейроном, та нормуючий нейрон, який зв'язаний вхідними зв'язками з кожним елементом сенсорного шару нейронів.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601