



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **76519** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
G06G 7/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

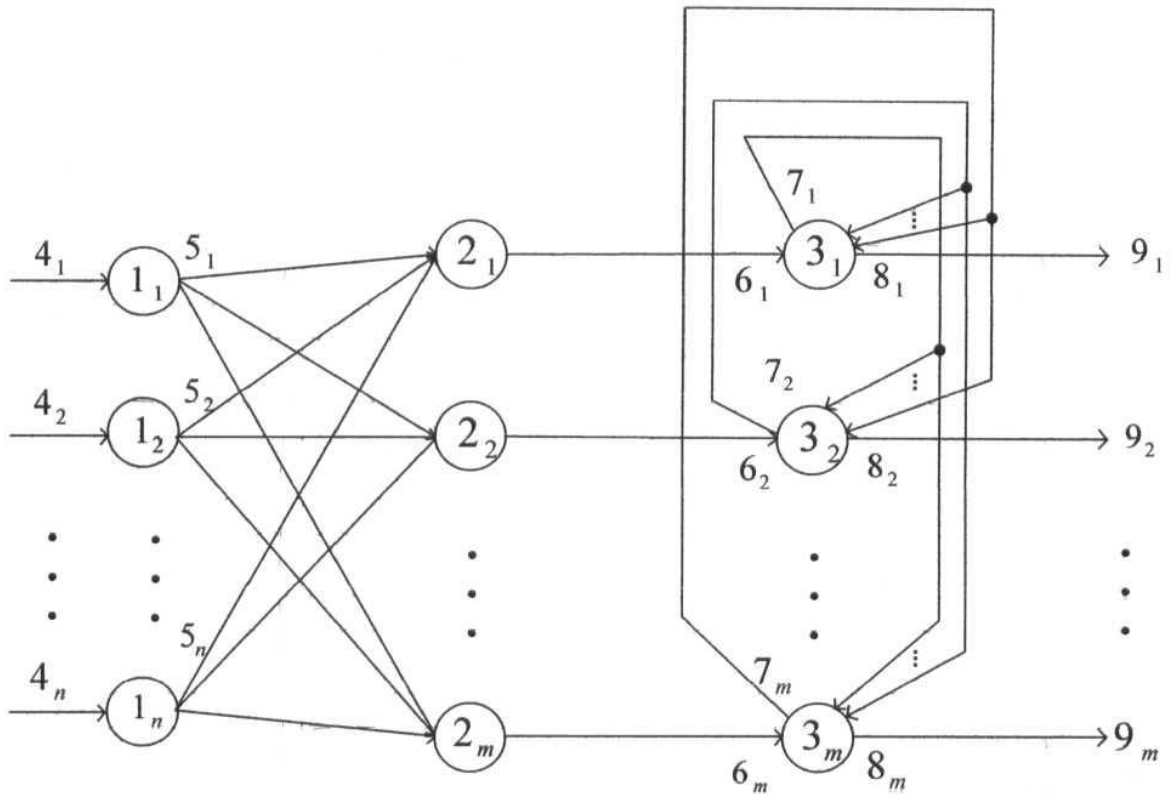
<p>(21) Номер заявки: u 2012 06584</p> <p>(22) Дата подання заявки: 30.05.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.01.2013</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2013, Бюл.№ 1</p>	<p>(72) Винахідник(и): Мартинюк Тетяна Борисівна (UA), Медвідь Аліна Вадимівна (UA), Куперштейн Леонід Михайлович (UA), Чех Іванна Михайлівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
---	--

(54) КЛАСИФІКАТОР

(57) Реферат:

Класифікатор містить три шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, виходи бінарних нейроподібних елементів третього шару є виходами ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу. Введено латеральні зв'язки між бінарними нейроподібними елементами третього шару.

UA 76519 U



Корисна модель належить до обчислювальної техніки і може бути використана для розпізнавання образів та діагностики систем.

Відомий гармонічний перцептрон (патент України № 55910, м. кл. G06G 7/00, 2010 р., бюл. №24), що містить три шари, причому другий шар нейроподібних елементів є гармонічними нейроелементами, які містять групи синаптичних каналів синусоїдних функцій, суматори, лінії вхідної амплітудно-часової функції і сигналу збудження пристрою, вхід кожного з яких зв'язаний тільки з одним виходом сенсорного нейроелемента першого шару, виходи третього шару відображають класи належності вхідних сигналів, третій шар являє собою блок класифікації, який містить m лічильників, де m - кількість класів, m елементів I першої групи, m елементів I другої групи, m елементів HI групи, елементи I, АБО, HI, m RS-тригерів, при цьому входи віднімання лічильників з'єднані відповідно з виходами елементів I першої групи, перший вхід елемента I з'єднаний з входом синхронізації пристрою, а його другий вхід підключений до виходу елемента АБО і до других виходів елементів I другої групи, виходи яких з'єднані відповідно з R-входами RS-тригерів, вихід елемента I з'єднаний з першими входами елементів I першої групи, а виходи елементів HI групи з'єднані з першими входами елементів I другої групи відповідно, інформаційні входи лічильників з'єднані відповідно з входами блока класифікації, інверсні виходи ознаки нуля лічильників підключені відповідно до других входів елементів I першої групи, входів елементів HI групи, а також з'єднані з відповідними входами елемента АБО, вхід елемента HI з'єднаний з виходом елемента АБО, а його вихід є виходом сигналу "Кінець" пристрою, вхід установа в початковий стан пристрою з'єднаний з входами скиду лічильників, а також з S-входами RS- тригерів, прямі виходи яких є виходами блока класифікації пристрою.

Недоліком даного пристрою є низька формалізація процесу отримання результуючого сигналу пристрою через неоднорідність його структури, оскільки третій шар виконано у вигляді блока класифікації, а не шару нейроподібних елементів.

Найбільш близьким за технічною суттю є гармонічний перцептрон (патент України №3276, м. кл. G06G 7/60, 2004 р., бюл. №11), в подальшому класифікатор, що містить три шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, другий шар нейроподібних елементів є гармонічними нейроелементами, які містять групи синаптичних каналів синусоїдних функцій, суматори, лінії вхідної амплітудно-часової функції і сигналу збудження, вхід кожного з яких зв'язаний тільки з одним виходом сенсорного нейроелемента першого шару, а вихід - з входом кожного бінарного нейроподібного елемента третього шару, виходи яких відображають класи належності вхідних сигналів, в подальшому виходи яких є виходами ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу.

Недоліком прототипу є низька формалізація процесу отримання результуючого сигналу класифікатора через необхідність налаштування ваг бінарних нейроподібних елементів третього шару.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення класифікатора, в якому введення нових зв'язків дозволяє формалізувати процес отримання результуючого сигналу про належність вхідного образу у вигляді вектора його ознак до певного класу.

Поставлена задача вирішується тим, що у класифікатор, що містить три шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, виходи бінарних нейроподібних елементів третього шару є виходами ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу, згідно з корисною моделлю, введено латеральні зв'язки між бінарними нейроподібними елементами третього шару, причому другий шар складається з m лінійних нейроподібних елементів, де m - кількість класів, кожен з n входів класифікатора з'єднаний з входом відповідного сенсорного нейроелемента першого шару, додатковий вихід кожного з m бінарних нейроподібних елементів третього шару з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного бінарного нейроподібного елемента цього шару, крім себе самого, вихід кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднаний з входом прямого зв'язку відповідного бінарного нейроподібного елемента третього шару, причому входи кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднані з виходом всіх n сенсорних нейроелементів першого шару.

На кресленні наведено структурну схему класифікатора.

Класифікатор складається з трьох шарів: перший шар - вхідний шар з n сенсорних нейроелементів $1_1, \dots, 1_n$, де n - розмірність вхідного вектора; другий шар - прихований шар з m лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$, де m - кількість класів; третій шар - вихідний шар з m бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$. Кожний з входів $4_1, \dots, 4_n$ класифікатора з'єднаний з входом відповідного сенсорного нейроелемента $1_1, \dots, 1_n$ вхідного шару, виходи $5_1, \dots, 5_n$ яких з'єднані з входами кожного лінійного нейроподібного елемента $2_1, \dots, 2_m$ прихованого шару. Вихід кожного з лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$ прихованого шару з'єднаний з відповідним

входом $6_1, \dots, 6_m$ прямого зв'язку бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару, додаткові виходи $7_1, \dots, 7_m$ яких з'єднані латеральними зв'язками з відповідними входами бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ цього шару, крім себе самого. Виходи $8_1, \dots, 8_m$ відповідних бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару з'єднані з відповідними виходами $9_1, \dots, 9_m$ ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу.

Класифікатор працює наступним чином. Перший етап - це етап налаштування, на якому встановлюються значення ваг $w_{ij}^{(2)}$ зв'язків входів лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$ прихованого шару з виходами сенсорних нейроелементів $1_1, \dots, 1_n$ вхідного шару, тобто відбувається навчання класифікатора.

Другий етап - робочий, на якому відбувається основне функціонування класифікатора. При цьому на входи $4_1, \dots, 4_n$ класифікатора подається n -елементний вхідний вектор x ознак, кожний елемент x_j якого, де $j=1, \dots, n$, проходячи через відповідні n сенсорні нейроелементи $1_1, \dots, 1_n$ вхідного шару, з їх виходів $5_1, \dots, 5_n$ помножується на відповідні вагові коефіцієнти $w_{ij}^{(2)}$ і подається на відповідні входи лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$ прихованого шару. В результаті на виході i -го лінійного нейроподібного елемента 2_i прихованого шару формується сума S_i зважених вхідних сигналів x_1, \dots, x_n , тобто відповідна дискримінантна функція вигляду:

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_{ij}^{(2)} x_j, i = 1, \dots, m \quad (1)$$

Далі отримані значення дискримінантних функцій S_1, \dots, S_m (1), будучи подані на входи $6_1, \dots, 6_m$ прямого зв'язку бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару, задають початкові стани бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ цього шару. Після цього надходження сигналів з виходів лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$ прихованого шару на вхідний шар припиняється, а зі сформованого цими сигналами початкового стану запускається ітераційний процес всередині вихідного шару.

Додаткові виходи $7_1, \dots, 7_m$ і відповідні входи кожного з бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару зв'язані між собою латеральним зв'язком, який має вагу $w_{ij}^{(3)}$ вигляду:

$$w_{ij}^{(3)} = \begin{cases} 0, \text{ якщо } i = j, \\ -\varepsilon \leq \frac{1}{m}, \text{ якщо } i \neq j. \end{cases} \quad (2)$$

Отже, кожний бінарний нейроподібний елемент 3_i , де $i=1, \dots, m$, вихідного шару з'єднаний від'ємним (гальмівним) латеральним зв'язком з додатковими виходами $7_1, \dots, 7_m$ елементів $3_1, \dots, 3_m$ цього шару, крім себе самого. Функція активації $f^1(S_i)$ на додаткових виходах $7_1, \dots, 7_m$ відповідних бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару має вигляд:

$$f^1(S_i) = \begin{cases} S_i, \text{ якщо } S_i > 0, \\ 0, \text{ якщо } S_i \leq 0, \end{cases} \quad (3)$$

Бінарні нейроподібні елементи $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару функціонують в режимі WTA (Winner Takes All), при якому в кожній фіксованій (кінцевій) ситуації активізується тільки один бінарний нейроподібний елемент 3_k , де $k=1, \dots, m$, а всі інші перебувають у стані спокою. Функція активації $f^2(S_i)$ на виходах $8_1, \dots, 8_m$ відповідних бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару задається виразом:

$$f^2(S_i) = \begin{cases} 1 \text{ для } S_i > 0, \\ 0 \text{ для } S_i \leq 0, \end{cases} \quad (4)$$

Ітераційний процес завершується у момент, коли всі бінарні нейроподібні елементи $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару, крім одного бінарного нейроподібного елемента 3_k (переможця з вихідним сигналом, не рівним нулю), перейдуть в нульовий стан. Бінарний нейроподібний елемент-переможець 3_k з ненульовим вихідним сигналом є представником k -го класу, до якого належить вхідний вектор x . Таким чином, на виході 8_k , де $k=1, \dots, m$, ненульового бінарного нейроподібного елемента 3_k вихідного шару формується в класифікаторі відгук у вигляді одиничного сигналу u_k у відповідності з виразом (4), який надходить на відповідний вихід 9_k ознаки належності вхідних сигналів x_1, \dots, x_n k -му класу.

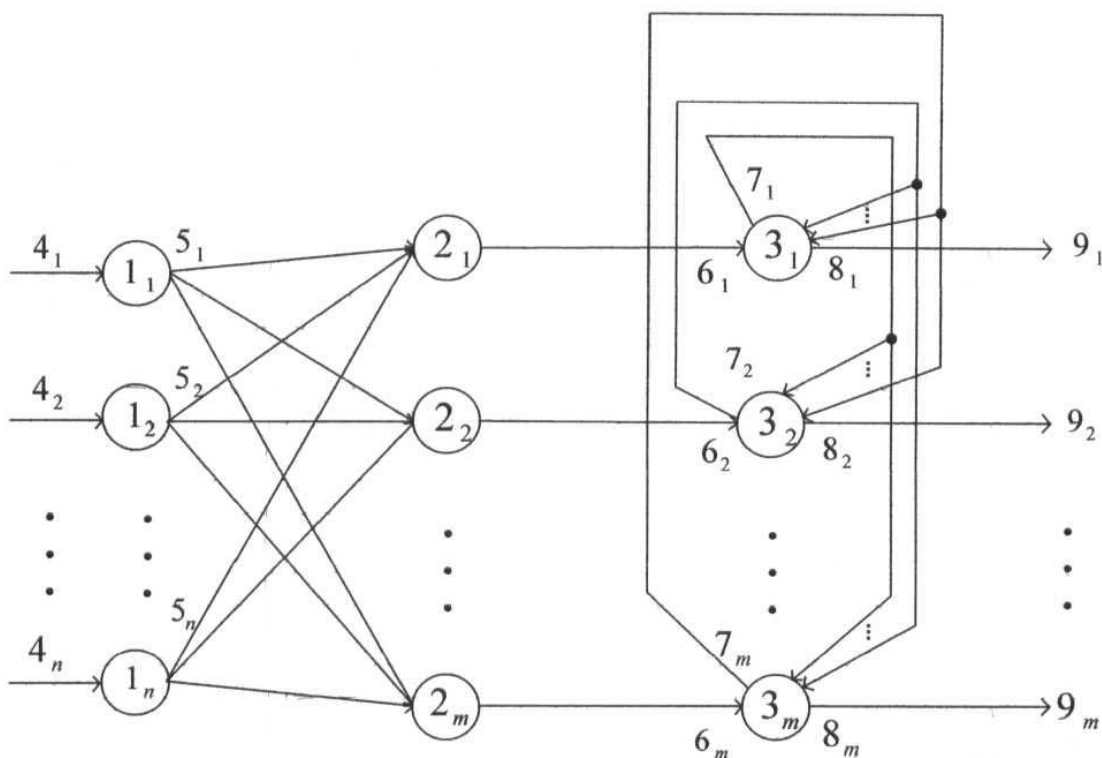
Отже, бінарні нейроподібні елементи $3_1, \dots, 3_m$ вихідного шару вибирають максимальну дискримінантну функцію S_k (1), визначаючи таким чином k -й клас, до якого належить пред'явлений на входах $4_1, \dots, 4_n$ пристрою вхідний вектор x ознак. Таким чином, рішення

приймається на користь того k-го класу, дискримінантна функція S_k (1) якого при даному вхідному векторі x ознак має максимальне значення.

Крім того, ваги $w_{ij}^{(2)}$ зв'язків між виходами $5_1, \dots, 5_n$ сенсорних нейроелементів $1_1, \dots, 1_n$ вхідного шару та входами лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$ прихованого шару налаштовуються в процесі навчання класифікатора, а ваги $w_{ij}^{(3)}$ латеральних зв'язків між додатковими виходами $7_1, \dots, 7_m$ бінарних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ та їх відповідними входами у вихідному шарі мають постійні значення вигляду (2). Це свідчить про формалізацію процесу отримання результуючого сигналу про належність вхідного образу у вигляді вектора його ознак до певного k-го класу за рахунок введення латеральних зв'язків з постійними вагами між бінарними нейроподібними елементами вихідного шару класифікатора.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Класифікатор, що містить три шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, виходи бінарних нейроподібних елементів третього шару є виходами ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу, який **відрізняється** тим, що введено латеральні зв'язки між бінарними нейроподібними елементами третього шару, причому другий шар складається з m лінійних нейроподібних елементів, де m - кількість класів, кожен з n входів класифікатора з'єднаний з входом відповідного сенсорного нейроелемента першого шару, додатковий вихід кожного з m бінарних нейроподібних елементів третього шару з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного бінарного нейроподібного елемента цього шару, крім себе самого, вихід кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднаний з входом прямого зв'язку відповідного бінарного нейроподібного елемента третього шару, причому входи кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднані з виходом всіх n сенсорних нейроелементів першого шару.



Комп'ютерна верстка І. Мироненко

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