



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55910 (13) U
(51) МПК-2011.01
G06G 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГАРМОНІЧНИЙ ПЕРСЕПТРОН

1

2

(21) u201008417

(22) 05.07.2010

(24) 27.12.2010

(46) 27.12.2010, Бюл.№ 24, 2010 р.

(72) МАРТИНЮК ТЕТЯНА БОРИСІВНА, БОНДАР-
ЧУК ІННА ВАСИЛІВНА, СИДОРУК ЛЕСЯ ВОЛО-
ДИМИРІВНА

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Гармонічний перцептрон, що містить три ша-
ри, причому другий шар нейроподібних елементів
є гармонічними нейроелементами, які містять гру-
пи синаптичних каналів синусоїдних функцій, су-
матори, лінії вхідної амплітудно-часової функції і
сигналу збудження пристрою, вхід кожного з яких
зв'язаний тільки з одним виходом сенсорного ней-
роелемента першого шару, виходи третього шару
відображають класи належності вхідних сигналів,
який **відрізняється** тим, що третій шар являє со-
бою блок класифікації, який містить m лічильників,
де m - кількість класів, n елементів I першої групи,
 n елементів I другої групи, n елементів II групи,
елементи I, ABO, HI, m RS-тригерів, при цьому

виходи віднімання лічильників з'єднані відповідно з
виходами елементів I першої групи, перший вхід
елемента I з'єднаний з входом синхронізації при-
строю, а його другий вхід підключений до виходу
елемента ABO і до других входів елементів I дру-
гої групи, виходи яких з'єднані відповідно з R-
входами RS-тригерів, вихід елемента I з'єднаний з
першими входами елементів I першої групи, а ви-
ходи елементів II групи з'єднані з першими вхо-
дами елементів I другої групи відповідно, інфор-
маційні входи лічильників з'єднані відповідно з
входами блока класифікації, інверсні виходи озна-
ки нуля лічильників підключені відповідно до дру-
гих входів елементів I першої групи, входів елеме-
нтів II групи, а також з'єднані з відповідними
входами елемента ABO, вхід елемента II з'єдна-
ний з виходом елемента ABO, а його вихід є вихо-
дом сигналу "Кінець" пристрою, вхід установлення
в початковий стан пристрою з'єднаний з входами
скиду лічильників, а також з S-входами RS-
тригерів, прямі виходи яких є виходами блока кла-
сифікації пристрою.

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

Відома блок-схема нейроподібного елемента
(патент України № 2246, кл. G 06 G 7/60, 2004 р.,
Бюл. № 1), що містить суматор, групу синаптичних
каналів синусоїдних функцій, лінію вхідної
амплітудно-часової функції і лінію сигналу збуд-
ження, причому кожний синаптичний канал
синусоїдних функцій виконаний у вигляді генера-
тора синусоїдних сигналів, вхід якого задається
трипараметровим вектором ваги - максимальною
амплітудою, частотою і фазою синусоїдного сиг-
налу, а вихід з'єднаний з входом суматора, лінія
вхідної амплітудно-часової функції і лінія сигналу
збудження також з'єднані з входами суматора, з
виходу якого знімаються миттєві значення вихідної
амплітудно-часової функції, яка є сумою вхідної та
синаптичних синусоїдних функцій, помноженою на
значення сигналу збудження.

Недоліком даного нейроподібного елемента є
обмежені функціональні можливості, оскільки він
реалізує тільки миттєві значення вихідної
амплітудно-часової функції.

Найбільш близьким за технічною суттю є
гармонічний перцептрон (патент України № 3276,
кл. G 06 G 7/60, 2004 р., Бюл. № 11), що містить
три шари взаємозв'язаних нейроподібних
елементів, причому 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 ней-
роелемента першого шару, а вихід - з входом кож-
ного бінарного нейроподібного елемента третього
шару, виходи яких відображають класи належності
вихідних сигналів.

Недоліком даного пристрою є обмежені
функціональні можливості через необхідність нав-

(13) U

(11) 55910

(19) UA

чання бінарних нейроподібних елементів третього шару.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення гармонічного перцептрона, в якому введення нового блока та нових зв'язків дозволяє визначити максимальне значення сформованих дискримінантних функцій, що призводить до розширення функціональних можливостей пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в гармонічному перцептроні, 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 представляє собою блок класифікації, який містить m лічильників, де m - кількість класів, m елементів I першої групи, m елементів II другої групи, m елементів III групи, елементи I, АБО, НІ, m RS-тригерів, причому 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 входів елементів II другої групи, виходи яких з'єднані відповідно з R-виходами RS-тригерів, вихід елемента I з'єднаний з першими входами елементів II першої групи, а виходи елементів III групи з'єднані з першими входами елементів I другої групи відповідно, інформаційні входи лічильників з'єднані відповідно з виходами блока класифікації, інверсні виходи ознаки нуля лічильників підключені відповідно до других входів елементів I першої групи, входів елементів III групи, а також з'єднані з відповідними входами елемента АБО, вхід елемента НІ з'єднаний з виходом елемента АБО, а його вихід є виходом сигналу «Кінець» пристрою, вхід установлення 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.

На фіг. 1 наведено структурну схему гармонічного перцептрона; на фіг. 2 - структурну схему нейроподібного елемента його другого шару; на фіг. 3 - функціональну схему блока класифікації.

Гармонічний перцептрон (фіг. 1) складається з трьох шарів: а) перший шар - сенсорні елементи $1_1, \dots, 1_m$; б) другий шар - гармонічні нейроелементи, які містять групи синаптичних каналів $2_1, \dots, 2_n$ синусоїдних функцій та суматори $3_1, \dots, 3_m$; в) третій шар - блок 4 класифікації.

Входи гармонічних нейроелементів є входами групи синаптичних каналів $2_1, \dots, 2_n$ і з'єднані з відповідними входами 5_{ij} пристрою, де $i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, m}$, причому $n \times m$ - розмірність матриці ваг.

Виходи синаптичних каналів $2_1, \dots, 2_n$ у кожному j -му гармонічному нейроелементі з'єднані з відповідними n входами суматора 3_j , $(n+1)$ -й вхід якого з'єднаний з виходом відповідного сенсорного

елемента 1_j , який є лінією вхідної амплітудно-часової функції, $(n+2)$ -й вхід з'єднаний з лінією 6 сигналу збудження, а його вихід підключений до входу 7_j блока 4 класифікації. Виходи $8_1, \dots, 8_m$ блока 4 класифікації є виходами класифікації пристрою, входи 9 і 10 є відповідно входом установлення в початковий стан і входом синхронізації пристрою, а вихід 11 є виходом сигналу «Кінець» пристрою.

Гармонічний нейроелемент (фіг. 2) містить n синаптичних каналів $2_1, \dots, 2_n$, кожний з яких складається з генератора 12_i синусоїдної функції, де $i = \overline{1, n}$, суматора 3_j , де $j = \overline{1, m}$, причому $n \times m$ - розмірність матриці ваг, лінією 1_j вхідної амплітудно-часової функції f_j та лінією 6 сигналу збудження x пристрою.

Вхід кожного синаптичного каналу 2_i є входом генератора 12_i синусоїдної функції і з'єднаний з відповідним входом 5_{ij} пристрою, а вихід кожного синаптичного каналу 2_i є виходом генератора 12_i синусоїдної функції і з'єднаний з відповідним i -м входом суматора 3_j , лінія 1_j вхідної амплітудно-часової функції і лінія 6 сигналу збудження з'єднані з $(n+1)$ -м і $(n+2)$ -м входами суматора 3_j . Вихід суматора 3_j є виходом 7_j j -го гармонічного нейроелемента.

Блок 4 класифікації (фіг. 3) містить m лічильників $13_1, \dots, 13_m$, елементів I $14_1, \dots, 14_m$ першої групи, елемент I 15, м елементів II $16_1, \dots, 16_m$ другої групи, m елементів III $17_1, \dots, 17_m$ групи, елементи, АБО 18, НІ 19, m RS-тригерів $20_1, \dots, 20_m$.

Входи віднімання лічильників $13_1, \dots, 13_m$ з'єднані відповідно з виходами елементів I $14_1, \dots, 14_m$ першої групи, перший вхід елемента I 15 з'єднаний з входом синхронізації 10 пристрою, а його другий вхід підключений до виходу елемента АБО 18 і до других входів елементів I $16_1, \dots, 16_m$ другої групи, виходи яких з'єднані відповідно з R-входами RS-тригерів $20_1, \dots, 20_m$. Вихід елемента I 15 з'єднаний з першими входами елементів I $14_1, \dots, 14_m$ першої групи, а виходи елементів III $17_1, \dots, 17_m$ групи з'єднані з першими входами елементів I $16_1, \dots, 16_m$ другої групи відповідно.

Інформаційні входи лічильників $13_1, \dots, 13_m$ з'єднані відповідно з входами $7_1, \dots, 7_m$ блока 4 класифікації, інверсні виходи ознаки нуля $21_1, \dots, 21_m$ лічильників $13_1, \dots, 13_m$ підключені відповідно до других входів елементів I $14_1, \dots, 14_m$ першої групи, входів елементів III $17_1, \dots, 17_m$ групи, а також з'єднані з відповідними входами елемента АБО 18. Вхід елемента НІ 19 з'єднаний з виходом елемента АБО 18, а його вихід є виходом 11 сигналу «Кінець» пристрою. Вхід установлення в початковий стан 9 пристрою з'єднаний з входами скиду лічильників $13_1, \dots, 13_m$, а також з S-входами RS-тригерів $20_1, \dots, 20_m$, прямі виходи яких є виходами $8_1, \dots, 8_m$ блока 4 класифікації.

Гармонічний перцептрон (фіг. 1) працює наступним чином.

Сенсорний елемент 1_j , де $j = \overline{1, m}$ відображає вхідну інформацію у вигляді вхідної амплітудно-часової функції f_j , яка подається на відповідний $(n+1)$ -й вхід суматора 3_j гармонічного нейроеле-

мента. Кожен синаптичний канал 2_i , де $i = \overline{1, n}$, реалізовано у вигляді генератора синусоїдної функції, вхід якого задано трьохпараметровим вектором ваги W_{ij} зі входу 5_{ij} пристрою: максимальною амплітудою синусоїдного сигналу A_i , частотою ν_i і фазою φ_i у вигляді:

$$W_{ij} = A_i \sin(2\pi \nu_i t + \varphi_i). \quad (1)$$

Вхідна амплітудно-часова функція f_j , сигнал збудження $x(x \in \{0, 1\})$ з лінії 6 сигналу збудження і вага W_{ij} (1) подаються на відповідні входи суматора 3_j , на виході якого формується вихідний сигнал y_j гармонічного нейроелемента у вигляді миттєвого значення вихідної амплітудно-часової функції:

$$y_j = x \left(\left(\sum_{i=1}^n A_i \cdot \sin(2\pi \nu_i t + \varphi_i) \right) + f_j \right), \quad (2)$$

де t - значення часу.

Вихідні сигнали y_1, \dots, y_m , які можна розглядати як дискримінантні функції, подаються на входи $7_1, \dots, 7_m$ блока 4 класифікації, одиничний сигнал на виходах $8_1, \dots, 8_m$ якого відображає належність вхідних сигналів до j -го класу, де $j = \overline{1, m}$.

Гармонічний нейроелемент (фіг. 2) працює наступним чином.

Вхідний вектор j -го гармонічного нейроелемента задається сигналом збудження x з лінії 6 сигналу збудження, вхідною амплітудно-часовою функцією f_j від сенсорного елемента l_j та синаптичними вагами W_{1j}, \dots, W_{nj} з відповідних входів $5_{1j}, \dots, 5_{nj}$ пристрою.

Генератори $12_1, \dots, 12_n$ синусоїдної функції, що входять до складу відповідних синаптичних каналів $2_1, \dots, 2_n$, формують відповідні синусоїдні функції згідно із трьохпараметровим вектором ваги на відповідному вході $5_{ij}, \dots, 5_{nj}$ пристрою: максимальною амплітудою синусоїдного сигналу A_i , частотою ν_i і фазою φ_i тобто $W_{ij}(A_i, \nu_i, \varphi_i)$. Сформовані синусоїдні функції подаються на відповідні n входи суматора 3_j , на $(n+1)$ -й та $(n+2)$ -й входи якого з лінії l_j подається вхідна амплітудно-часова функція f_j і з лінії 6 - сигнали збудження x . З виходу суматора 3_j знімається миттєве значення вихідної амплітудно-часової функції y_j вигляду (2), яка є сумою вхідної та синаптичних синусоїдних функцій, помноженої на значення сигналу збудження.

Блок 4 класифікації (фіг. 3) працює наступним чином.

Одиничний сигнал з входу 9 установа в початковий стан, який подається на вхід скиду лічильників $13_1, \dots, 13_m$ і на S-вхід RS-тригерів $20_1, \dots, 20_m$, приводить до обнулення лічильників $13_1, \dots, 13_m$ і до встановлення в одиничний стан RS-тригерів $20_1, \dots, 20_m$. Зі входів $7_1, \dots, 7_m$ по інформаційних входах лічильників $13_1, \dots, 13_m$ за-

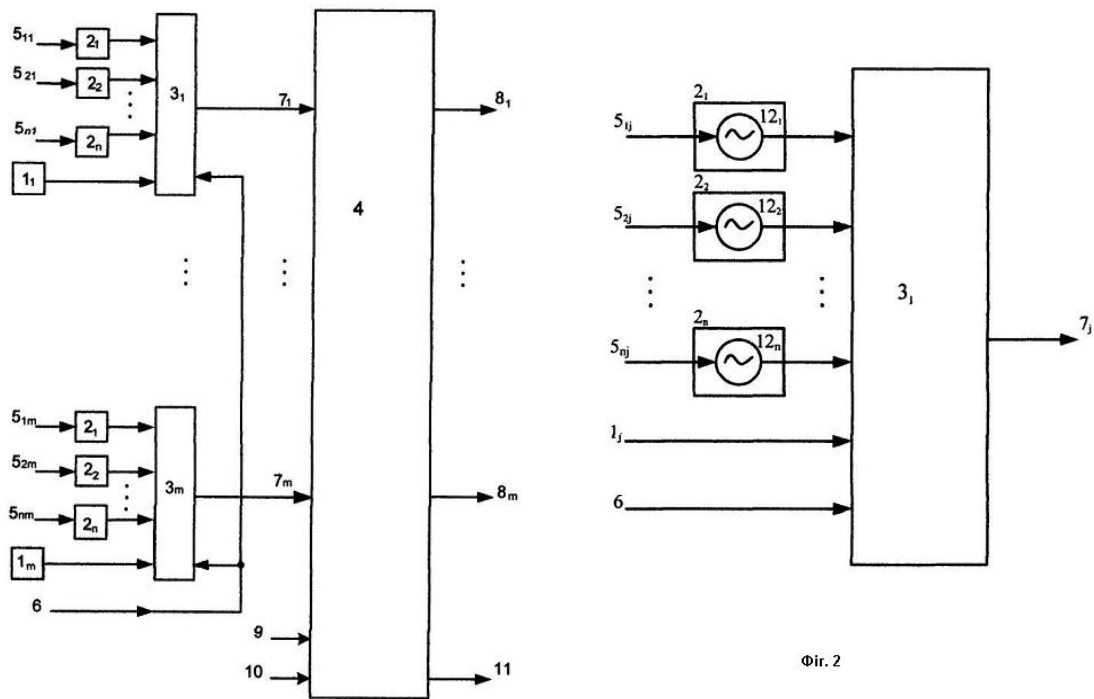
писуються миттєві значення відповідних вихідних функцій y_j , (2). В результаті на інверсних виходах $21_1, \dots, 21_m$ ознаки нуля відповідних лічильників $13_1, \dots, 13_m$ присутні одиничні сигнали. Отже, елементи $l_{14_1}, \dots, l_{14_m}$ першої групи є відкритими, а на виході елемента АБО 18 присутній одиничний сигнал.

На один з входів елемента l_{15} поступають тактові імпульси зі входу 10 синхронізації пристрою, а на його другий вхід подається одиничний сигнал з виходу елемента АБО 18. В результаті з виходу елемента l_{15} тактові імпульси поступають на входи елементів $l_{14_1}, \dots, l_{14_m}$ першої групи, а з їх виходів - на входи віднімання лічильників $13_1, \dots, 13_m$. З виходу елемента АБО 18 одиничний сигнал подається на вхід елемента l_{19} , а отже, на виході 11 присутній нульовий сигнал «Кінець» пристрою.

Отже, вміст усіх лічильників $13_1, \dots, 13_m$ одночасно зменшується на одиницю з надходженням кожного тактового імпульсу на їх входи віднімання. Якщо першим обнулиться j -й лічильник 13_j , де $j = \overline{1, m}$, то на відповідний вхід елемента АБО 18 надходить нульовий сигнал з його інверсного виходу 21_j ознаки нуля. В результаті на виході елемента АБО 18 залишається одиничний сигнал, який надходить на другий вхід відповідного елемента l_{16_j} другої групи, на перший вхід якого з виходу відповідного елемента l_{17_j} групи, надходить одиничний сигнал. Отже, з виходу елемента l_{16_j} другої групи на R-вхід RS-тригера 20_j подається одиничний сигнал, який встановлює його у нульовий стан. На прямому виході RS-тригера 20_j формується нульовий сигнал, який відображає обнулення вмісту лічильника 13_j . Аналогічним чином відбувається обнулення всіх лічильників $13_1, \dots, 13_m$.

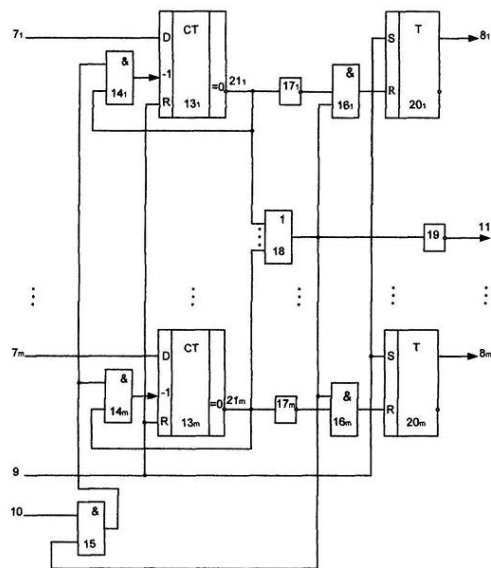
При обнуленні останнього лічильника 13_k , де $k = \overline{1, m}$ на виході елемента АБО 18 формується нульовий сигнал, оскільки на всі його входи надходять нульові сигнали з інверсних виходів $21_1, \dots, 21_m$ ознаки нуля всіх лічильників $13_1, \dots, 13_m$. Нульовий сигнал з виходу елемента АБО 18 надходить на другий вхід відповідного елемента l_{16_k} другої групи, на перший вхід якого з виходу елемента l_{17_k} групи надходить одиничний сигнал. Отже, з виходу елемента l_{16_k} другої групи на R-вхід RS-тригера 20_k подається нульовий сигнал, який не змінює одиничного стану RS-тригера 20_k .

Отриманий на прямому виході RS-тригера 20_k одиничний сигнал відображає належність вхідних сигналів до k -го класу за максимумом дискримінантних функцій вигляду (2).



Фиг. 2

Фиг. 1



Фиг. 3