



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108009** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
G06K 9/00
G06K 9/62 (2006.01)
G06K 9/66 (2006.01)
G06K 9/52 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

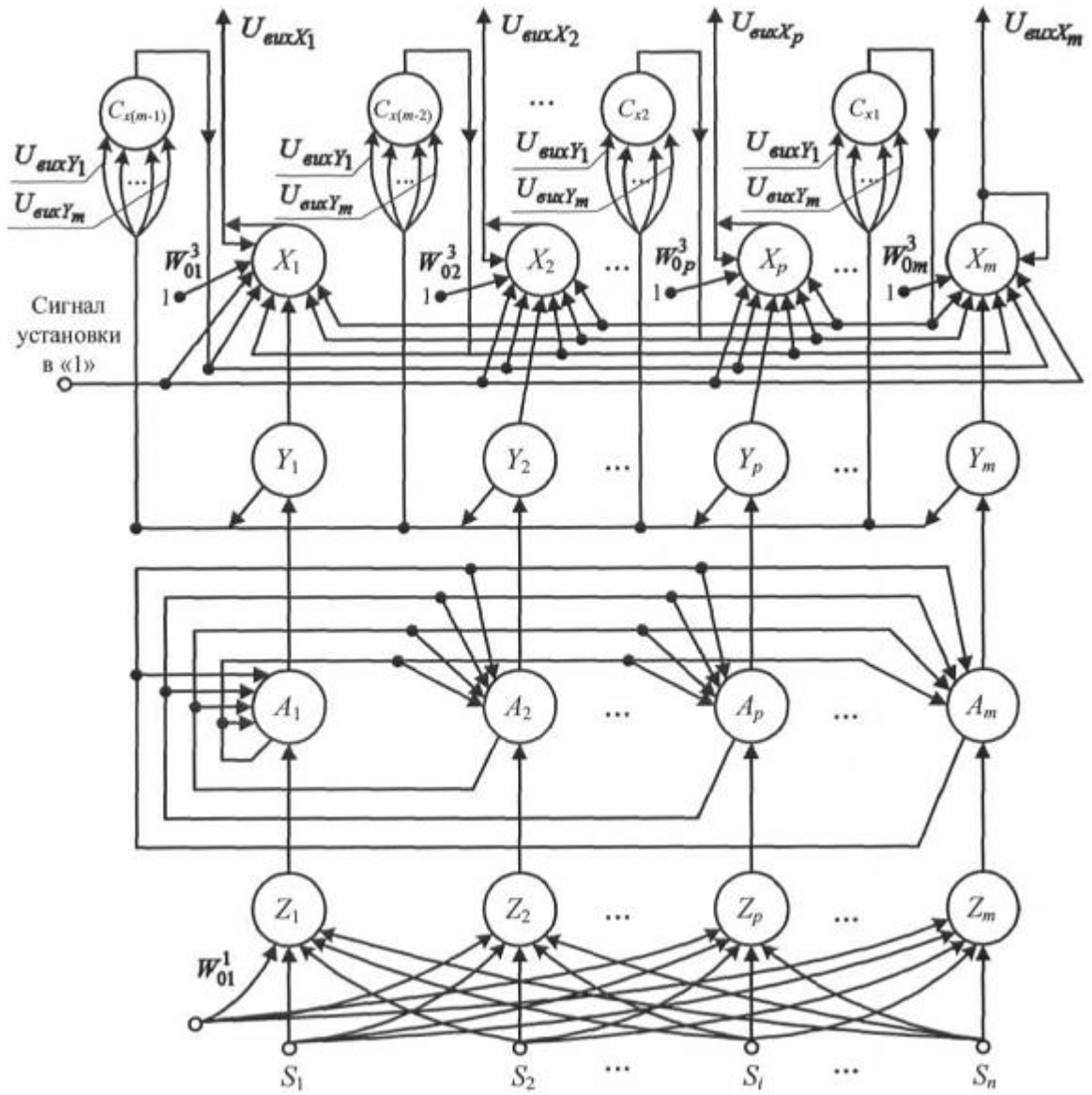
| | |
|---|---|
| <p>(21) Номер заявки: а 2013 08531</p> <p>(22) Дата подання заявки: 08.07.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.03.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 12.01.2015, Бюл.№ 1</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.03.2015, Бюл.№ 5</p> | <p>(72) Винахідник(и): Дмитрієнко Валерій Дмитрійович (UA), Заковортний Олександр Юрійович (UA), Хавіна Інна Петрівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 68375 U, 26.03.2012 UA 74414 U, 25.10.2012 US 5274714 A, 28.12.1993 US 2005049984 A1, 03.03.2005 EP 0667591 A2, 16.08.1995 FR 2930064 A1, 16.10.2009 FR 2667255 A1, 03.04.1992 RU 2321946 C1, 10.04.2008 Дмитриенко В.Д., Хавина И.П. Вычислительная сеть для решения задач распознавания с несколькими решениями // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". - Харків: НТУ "ХТО". - 2007. - № 19. - С. 58-63.</p> |
|---|---|

(54) НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ НА ГРАНИЦІ ДЕКІЛЬКОХ КЛАСІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі до обчислювальної техніки, області побудови автоматизованих систем розпізнавання та керування. Пристрій для розпізнавання та класифікації зображень на границі декількох класів виконаний з можливістю розпізнавати зображення на границях двох, трьох й більшого числа класів завдяки тому, що шар схем виділення одного, двох й більшої кількості одиничних сигналів з виходів шару вихідних нейронів в кожен момент часу пам'ятає число ненульових сигналів на виході нейронів вихідного шару, а другий шар вихідних нейронів запам'ятовує нейрони вихідного шару, що мають на своїх виходах ненульові сигнали. Технічним результатом, що досягається даним винаходом, є збільшення числа класів, які розпізнаються, або можливість розпізнавати зображення, що знаходиться на однаковій відстані Хемінга від двох, трьох або більшої кількості еталонних зображень, що зберігаються у вагах зв'язків нейронів шару, що запам'ятовує.

UA 108009 C2



Фиг. 1

Винахід належить до обчислювальної техніки, зокрема до області побудови автоматизованих систем розпізнавання та керування, а саме до напрямку побудови систем діагностики та керування складними технічними об'єктами.

5 Винахід може бути використаний для побудови систем керування або діагностики такого складного технічного об'єкта, як трифазний асинхронний тяговий електропривод.

Відомий пристрій розпізнавання й класифікації образів, складається з сенсорного шару нейронів (блока порогових елементів) і відрізняється тим, що в нього введений шар інтерфейсних елементів, нейрони якого пов'язані з відповідними їм елементами сенсорного шару вхідними бінарними односпрямованими зв'язками, шар розпізнавальних елементів, нейрони якого пов'язані з кожним з елементів у інтерфейсному шарі парами двонаправлених зважених зв'язків з безперервними ваговими коефіцієнтами, вирішальний нейрон, який пов'язаний збудливими вхідними зв'язками з усіма елементами сенсорного і інтерфейсного шарів й гальмівними зв'язками з усіма елементами розпізнавального і загального розпізнавального шарів нейронів, два керуючих нейрони, перший з яких пов'язаний вхідними збудливими зв'язками з усіма елементами сенсорного шару нейронів, вихідними збудливими зв'язками з усіма елементами інтерфейсного шару й гальмівними вхідними зв'язками з усіма елементами розпізнавального і загального розпізнавального шарів нейронів, другий з яких пов'язаний вхідними збудливими зв'язками з усіма елементами сенсорного шару й збудливими вихідними зв'язками з усіма елементами розпізнавального й загального розпізнавального шарів нейронів, а також загальний розпізнавальний шар нейронів, елементи якого пов'язані двонаправленими зваженими зв'язками з відповідними елементами інтерфейсного шару нейронів [1].

Недоліком відомого пристрою розпізнавання й класифікації образів є те, що він відносить до одного образу навіть ті зображення, що відносяться до двох або більшої кількості образів, тобто перебувають на границях двох або більшої кількості образів (або знаходяться на однаковій відстані від двох або більшого числа еталонних зображень, що зберігаються в пам'яті нейронної мережі).

Відомий пристрій розпізнавання й класифікації образів, що складається з сенсорного шару нейронів, шару інтерфейсних елементів, нейрони якого пов'язані з відповідними їм елементами сенсорного шару вхідними бінарними односпрямованими зв'язками, шар розпізнавальних елементів, нейрони якого пов'язані з кожним з елементів у інтерфейсному шарі парами двонаправлених зважених зв'язків з безперервними ваговими коефіцієнтами, вирішальний нейрон, який пов'язаний збудливими вхідними зв'язками з усіма елементами сенсорного і інтерфейсного шарів й гальмівними зв'язками з усіма елементами розпізнавального шару нейронів, шар реєструючих нейронів, нейрони якого пов'язані з відповідними їм елементами шару розпізнавальних елементів вхідними й вихідними бінарними односпрямованими зв'язками, також вихід кожного реєструючого нейрона пов'язаний з його входом збудливим бінарним зв'язком, три керуючих нейрони, перший з яких пов'язаний вхідними збудливими зв'язками з усіма елементами сенсорного шару нейронів, вихідними збудливими зв'язками з усіма елементами інтерфейсного шару й гальмівними вхідними зв'язками з усіма елементами розпізнавального шару нейронів, другий з яких пов'язаний вхідними збудливими зв'язками з усіма елементами сенсорного шару й збудливими вихідними зв'язками з усіма елементами розпізнавального шару нейронів, третій з яких пов'язаний вхідним збудливим зв'язком з вирішальним нейроном і вихідними збудливими зв'язками з усіма елементами шару реєструючих нейронів [2].

При порівнянні з першим аналогом пристрій розпізнавання й класифікації образів не накладає обмежень, на число рішень. Однак розглянутий пристрій накладає обмеження на визначення міри близькості між вхідним зображенням й зображеннями, що зберігаються у вагах зв'язків нейронної мережі, оскільки міра близькості чорно-білих зображень визначається тільки 50 одиничними (чорними) компонентами зображень, що може призводити до неправильних результатів.

Найбільш близьким до заявленого пристрою є пристрій розпізнавання та класифікації образів, який складається з шару сенсорних нейронів, шару ітераційних нейронів, шару вихідних нейронів, шару запам'ятовуючих нейронів, джерела сигналу зміщення, вихід якого пов'язаний з входом кожного нейрона шару, що запам'ятовує, нейрони якого пов'язані вхідними бінарними односпрямованими зв'язками з виходами відповідних нейронів сенсорного шару й вихідними зв'язками з безперервними ваговими коефіцієнтами з входами відповідних нейронів шару ітераційних нейронів, перший вихід кожного нейрона якого пов'язаний збудливим зв'язком з його входом та гальмуючим зв'язком з входами всіх інших нейронів шару ітераційних нейронів, другі 60 виходи нейронів ітераційного шару пов'язані з відповідними входами шару вихідних нейронів [3].

У порівнянні з відомими аналогами пристрій-прототип може розпізнавати навіть тоді, коли вхідне зображення знаходиться на однаковій мінімальній відстані Хемінга від двох або більшого числа еталонних зображень, що зберігаються у вагах зв'язків шару запам'ятовуючих нейронів, однак при цьому нейрони, що зберігають еталонні зображення класів, не визначаються.

5 Таким чином, недоліком прототипу є те, що він не визначає класи зображень, на однаковій відстані від яких знаходиться вхідне зображення (на границях яких класів знаходиться вхідне зображення).

Задача винаходу - розробка пристрою розпізнавання та класифікації образів, яке може розпізнавати зображення на границях двох, трьох й більшого числа класів (або розпізнавати зображення, що знаходиться на однаковій відстані Хемінга від двох, трьох або більшої кількості еталонних зображень, що зберігаються у вагах зв'язків нейронів шару, що запам'ятовує).

Задача вирішується тим, що нейромережевий пристрій для розпізнавання та класифікації зображень на границі декількох класів, який складається з шару сенсорних нейронів, шару ітераційних нейронів, шару вихідних нейронів, шару запам'ятовуючих нейронів, джерела сигналу зміщення, вихід якого пов'язаний з входом кожного нейрона шару, що запам'ятовує, нейрони якого пов'язані вхідними бінарними односпрямованими зв'язками з виходами відповідних нейронів сенсорного шару й вихідними зв'язками з безперервними ваговими коефіцієнтами з входами відповідних нейронів шару ітераційних нейронів, перший вихід кожного нейрона якого пов'язаний збуджуючим зв'язком з його входом та гальмуючим зв'язком з входами всіх інших нейронів шару ітераційних нейронів, другі виходи нейронів ітераційного шару пов'язані з відповідними входами шару вихідних нейронів, перебудовується шляхом введення в його структуру другого шару вихідних нейронів, джерела сигналу установки в одиницю і шару схем виділення одного, двох й більшої кількості одиничних сигналів з виходів елементів шару вихідних нейронів, виходи всіх елементів якого з'єднані з входами всіх схем виділення одного, двох й більшої кількості одиничних сигналів, виходи яких з'єднані з входами всіх елементів другого шару вихідних нейронів, на один вхід кожного нейрона якого надходить вихідний сигнал одного з відповідних елементів вихідного шару, а вхід зміщення з'єднаний з джерелом сигналу зміщення та вхід установки з'єднаний з джерелом сигналу установки в одиницю.

30 Це стає можливим завдяки тому, що шар схем виділення одного, двох й більшої кількості одиничних сигналів з виходів шару вихідних нейронів в кожен момент часу пам'ятає число ненульових сигналів на виході нейронів вихідного шару, а другий шар вихідних нейронів запам'ятовує нейрони вихідного шару, що мають на своїх виходах ненульові сигнали.

35 Винахід ілюструється кресленнями (фіг. 1), на якому наведена схема пристрою розпізнавання та класифікації зображень на границях декількох класів на основі використання відстані Хемінга.

Архітектура пропонованої нейронної мережі відрізняється від архітектури відомої мережі Хемінга тим, що в неї введений шар схем виділення 1, 2, ..., (m-2), (m-1) одиничних сигналів: $C_{x1}, C_{x2}, \dots, C_{x(m-2)}, C_{x(m-1)}$ і додатковий шар X-нейронів: $X_1, X_2, \dots, X_{m-1}, X_m$. Всі введені X-нейрони мають функцію активації виду

$$U_{\text{вих}} = g(U_{\text{вх}}) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } U_{\text{вх}} \geq 0, \\ 0, & \text{якщо } U_{\text{вх}} < 0, \end{cases} \quad (1)$$

де $U_{\text{вих}}$, $U_{\text{вх}}$ - відповідно вихідний і вхідний сигнал нейрона, що має функцію активації $g(U_{\text{вх}})$.

45 Схема виділення k ($k = 1, (m-1)$) одиничних сигналів з m сигналів (фіг. 2) складається з трьох нейронів. На входи нейронів N_1 і N_2 надходять сигнали з виходів нейронів Y_1, Y_2, \dots, Y_m . Сигнали $U_{\text{вих}Y_1}, U_{\text{вих}Y_2}, \dots, U_{\text{вих}Y_m}$ на виходи нейрона N_1 надходять зі зв'язків з вагами $W_{Y_1N_1} = W_{Y_2N_2} = \dots = W_{Y_mN_2} = -1$, а на входи нейрона N_2 надходять зі зв'язків з вагами $W_{Y_1N_2} = W_{Y_2N_2} = \dots = W_{Y_mN_2} = 1$. Нейрони схеми мають функцію активації виду (1). При вазі зв'язку $W_{0N_1} = k$ сигналу зміщення нейрона N_1 цей елемент видає одиничний вихідний сигнал в тому випадку, якщо число вхідних одиничних сигналів менше або дорівнює k . Нейрон N_2 при вазі зв'язку $W_{0N_2} = -k$ сигналу зміщення може видавати одиничний сигнал при числі вхідних

50 одиничних сигналів Y -елементів більше або дорівнює k . Тому поодинокі сигнали на виходах нейронів N_1 і N_2 одночасно можуть з'явитися тільки при k одиничних сигналах на входах нейронів N_1 і N_2 . Нейрон N_3 , що має функцію активації виду (1), може перейти в активний стан тільки при наявності одиничних сигналів на виходах обох нейронів N_1 і N_2 . Таким чином,

55 одиничний сигнал на вході схеми з'являється тільки при k одиничних сигналах на вході схеми.

Сигнали на входах елементів X_p ($p = \overline{1, m}$) розраховуються за співвідношенням

$$U_{\text{вх}X_p} = U_{\text{вх}Y_p} W_{Y_p X_p} + W_{0p}^3 \cdot 1 + U_{\text{вх}X_p} W_{X_p X_p} + \sum_{k=1}^{m-1} W_{C_{k, X_p}} U_{\text{вх}C_{k, X_p}}, \quad p = \overline{1, m}, \quad (2)$$

де $U_{\text{вх}Y_p}$, $U_{\text{вх}X_p}$ - вихідні сигнали нейронів Y_p , X_p , $p = \overline{1, m}$;

$W_{Y_p X_p}$ - вага зв'язку від нейрона Y_p до нейрона X_p , $W_{Y_p X_p} = 1$, $p = \overline{1, m}$;

W_{0p}^3 - вага зв'язку сигналу зміщення нейрона X_p , $W_{0p}^3 = -2$, $p = \overline{1, m}$;

5 $W_{X_p X_p}$ - вага зв'язку з виходу нейрона X_p на його вхід, $W_{X_p X_p} = 2$, $p = \overline{1, m}$;

$W_{C_{k, X_p}}$ - вага зв'язку з виходу схеми виділення k одиничних сигналів на вхід нейрона X_p ;
 $k = \overline{1, (m-1)}$, $p = \overline{1, m}$; $W_{C_{k, X_p}} = -1$.

Перед початком розпізнавання сигналом установки в одиницю всі нейрони X-шару встановлюються в одиничний стан. Це стан будь-якого нейрона X_p надалі підтримується

10 зворотним зв'язком з виходу нейрона на його вхід: $U_{\text{вх}X_p} = 0 \cdot 1 + (-2) \cdot 1 + 1 \cdot 2 + \sum_{k=1}^{m-1} W_{C_{k, X_p}} \cdot 0 = 0$. За

наявності функції активації (1) на виході нейрона X_p буде одиничний вихідний сигнал.

Функціонування нейронної мережі в режимі розпізнавання:

Виконується режим установки нейронів в початковий стан - вихідні сигнали нейронів X-шару задаються рівними одиниці, а вихідні сигнали всіх інших нейронів - рівними нулю.

15 Розглянемо декілька характерних режимів розпізнавання:

1. На вхід нейронної мережі подається зображення, що знаходиться на однаковій відстані Хемінга від усіх зображень, що зберігаються у вагах зв'язків нейронів Z_j , $j = \overline{1, m}$. Після визначення відстані між вхідними зображеннями і зображеннями, що зберігаються у вагах зв'язків нейронів Z_j , ($j = \overline{1, m}$), на виходах нейронів Z-шару з'являються вихідні сигнали

20 $U_{\text{вх}Z_1} = U_{\text{вх}Z_2} = \dots = U_{\text{вх}Z_m}$, величина яких пропорційна близькості вхідного зображення й зображень, що зберігаються у вагах зв'язків нейронів Z-шару.

Сигнали з виходів нейронів Z-шару надходять на виходи нейронів A-шару, де починається ітераційний процес виділення максимального сигналу, що надійшов з виходів Z-нейронів. Якщо на виходах всіх Z-нейронів є позитивні вихідні сигнали, то й на виходах всіх A-нейронів буде позитивні сигнали, які надходять на входи Y-нейронів і переведе їх в активний стан: $U_{\text{вх}Y_j} = 1$, $j = \overline{1, m}$. Якщо на виходах всіх Y-нейронів є одиничні вихідні сигнали, то жоден з Σ -нейронів не змінить свого стану. Не зміниться стан й X-нейронів.

30 Якщо вхідне зображення знаходиться на однаковій відстані Хемінга від усіх зображень, що зберігаються у вагах зв'язків Z-нейронів, то ітераційний процес в шарі A-нейронів призведе до того, що на виходах всіх A-нейронів одночасно з'являються нульові сигнали, які приведуть до зміни стану Y-нейронів: $U_{\text{вх}Y_j} = 0$, $j = \overline{1, m}$. При цьому стан всіх схем виділення одиничних

35 сигналів C_{x1} , C_{x2} , ..., $C_{x(m-2)}$, $C_{x(m-1)}$ X-нейронів залишиться незмінним, а наявність поодиноких сигналів на виходах всіх X-нейронів вкаже на те, що вхідне зображення може бути віднесено до будь-якого з m класів зображень, тобто, що воно перебуває на однаковій відстані від кожного з m класів зображень чи на перетині цих класів зображень.

2. На вхід нейронної мережі подається зображення, що знаходиться на однаковій відстані Хемінга від d ($2 \leq d \leq (m-1)$) зображень, що зберігаються у вагах зв'язків Z-шару нейронів. Після визначення міри близькості між вхідним зображенням і зображеннями, що зберігаються у вагах зв'язків Z-нейронів, на виходах нейронів Z-шару з'являються вихідні сигнали $U_{\text{вх}Z_j}$, ($j = \overline{1, m}$), які

40 надходять на входи нейронів A-шару, де починається ітераційний процес виділення максимального сигналу, що надійшов з виходів Z-нейронів. Якщо на виходах всіх Z-нейронів є позитивні вихідні сигнали, то й на виходах всіх A-нейронів будуть позитивні сигнали, які надходять на входи Y-нейронів і переведуть їх в активний стан: $U_{\text{вх}Y_j} = 1$, $j = \overline{1, m}$. Якщо на

45 виходах всіх Y-нейронів є одиничні вихідні сигнали, то жодна зі схем виділення k одиничних сигналів або X-нейронів не змінить свого стану. Якщо вхідне зображення знаходиться на однаковій відстані Хемінга від $d=m-1$ зображень, що зберігаються у вагах зв'язків Z-нейронів, то ітераційний процес в шарі A-нейронів призведе до того, що на виході одного A-нейрона (наприклад, нейрона A_p) з'явиться нульовий сигнал, який приведе до появи нульового сигналу і на виході нейрона Y_p . Зменшення на одиницю числа позитивних сигналів на виході нейронів Y-шару призведе до спрацьовування схеми $C_{x(m-1)}$, вихідний сигнал якої викличе у відповідності з

виразами (2) й (1) зміну сигналу на виході нейрона X_p : $U_{\text{вих}X_p} = 0$. Подальше продовження ітераційного процесу в шарі А-нейронів призведе до того, що на виходах (m-1) А-нейронів одночасно з'являться нульові сигнали: $U_{\text{вих}A_j} = 0$, $j = \overline{1, m}$, $j \neq p$. При цьому стан всіх схем C_{x1} , $C_{x2}, \dots, C_{x(m-2)}$, $C_{x(m-1)}$ й Х-нейронів залишиться незмінним, а наявність одиничних сигналів $U_{\text{вих}X_j} = 1$, ($j = \overline{1, m}$, $j \neq p$), на виходах (m-1)-го Х-нейрона вкаже на ті еталонні зображення, від яких вхідне зображення знаходиться на однаковій відстані.

Розглянемо ситуацію, коли $d < (m-1)$ й, наприклад, $d=2$. При цьому припустимо, що на виході одного Z-нейрона буде нульовою вихідний сигнал, наприклад, у нейрона Z_p : $U_{\text{вих}Z_p} = 0$, $U_{\text{вих}Z_j} > 0$, $j = \overline{1, m}$, $j \neq p$. Після пред'явлення вхідного зображення на виходах Z-нейронів

з'являться вихідні сигнали, які надійдуть на входи нейронів А-шару, де почнеться ітераційний процес виділення максимального сигналу. Сигнали з виходів А-нейронів надійдуть на входи Y-нейронів і переведуть (m-1) з них в активний стан: $U_{\text{вих}Y_j} = 1$, $j = \overline{1, m}$, $j \neq p$; $U_{\text{вих}Y_p} = 0$. Сигнали з виходів Y-елементів, що надійшли на входи схеми $C_{x(m-1)}$ переведуть її в активний стан. Одиничний сигнал з виходу схеми $C_{x(m-1)}$ відповідно до виразів (2) й (1) викличе зміну вихідного сигналу нейрона X_p : $U_{\text{вих}X_p} = 0$. При цьому на виходах всіх інших нейронів Х-шару залишаться одиничні вихідні сигнали.

Ітераційний процес в шарі А-нейронів призведе до послідовної появи нових нульових сигналів на виходах А-нейронів. Нові нульові сигнали можуть з'являтися по одному або групами. Припустимо, що на початку з'явився нульовий сигнал на виході нейрона A_q ($q \neq p$). Цей нульовий сигнал викличе зміну одиничного вихідного сигналу нейрона Y_q ($U_{\text{вих}Y_q} = 0$) й схеми $C_{x(m-1)}$ ($U_{\text{вих}C_{x(m-1)}} = 0$), а також поява одиничного сигналу на виході схеми $C_{x(m-2)}$ ($U_{\text{вих}C_{x(m-2)}} = 1$). Сигнал $U_{\text{вих}C_{x(m-2)}} = 1$ по зв'язку $W_{C_{x(m-2)}}$, X_q змінює вихідний сигнал елемента X_q : $U_{\text{вих}X_q} = 0$. Якщо при продовженні ітераційного процесу нульові сигнали з'являться на виходах у групи з k А-нейронів: $A_{d1}, A_{d2}, \dots, A_{dk}$, то це викличе обнуління вихідних сигналів у нейронів $Y_{d1}, Y_{d2}, \dots, Y_{dk}$ й схеми $C_{x(m-2)}$, а також перехід в одиничний стан схеми $C_{x(m-2-k)}$. Одиничний вихідний сигнал схеми $C_{x(m-2-k)}$ змінить сигнали на виходах нейронів $X_{d1}, X_{d2}, \dots, X_{dk}$: $U_{\text{вих}X_{d1}} = U_{\text{вих}X_{d2}} = \dots = U_{\text{вих}X_{dk}} = 0$.

Процес ітераційного зменшення сигналів на виходах А-нейронів призведе зрештою до того, що в А-шарі залишаться тільки два А-нейрони (наприклад A_{q1}, A_{q2}), що мають позитивні сигнали, а в Y-шарі залишаться тільки два елементи Y_{q1} й Y_{q2} , що мають одиничні вихідні сигнали, і два нейрони X_{q1} й X_{q2} , що мають на своїх виходах одиничні вихідні сигнали. Продовження ітераційного процесу в шарі А-елементів призведе до одночасної появи сигналів $U_{\text{вих}A_{q1}} = U_{\text{вих}A_{q2}} = 0$, які викличуть перехід в пасивний стан двох останніх активних нейронів Y_{q1} й Y_{q2} в Y-шарі. У Х-шарі залишаться активними тільки нейрони X_{q1} й X_{q2} , які вказують на те, що вхідне зображення перебуває на однаковій відстані Хемінга від еталонних зображень, що зберігаються в пам'яті нейронів Z_{q1} й Z_{q2} або на перетині цих зображень.

У тому випадку, коли вхідне зображення перебувати на мінімальній відстані Хемінга від одного зображення, процес виділення єдиного елемента в А-шарі з максимальним вихідним сигналом протікає аналогічно вищеописаним процесам. Відмінність полягає в тому, що в А-шарі залишається один елемент з позитивним вихідним сигналом (наприклад, елемент A_q), а в Y- й Х-шарі залишається по одному активному нейрону: Y_q й X_q . Одиничний вихідний сигнал нейрона X_q й визначає єдине еталонне зображення, що зберігається у вагах зв'язків нейрона Z_q , до якого найближче по відстані Хемінга вхідне зображення.

Таким чином розроблений пристрій може розпізнавати зображення на границях двох, трьох й більшого числа класів (або розпізнавати зображення, що знаходиться на однаковій відстані Хемінга від двох, трьох або більшої кількості еталонних зображень, що зберігаються у вагах зв'язків нейронів шару, що запам'ятовує).

Джерела інформації:

1. Патент України на корисну модель № 68375, кл. G06K 9/00, 2012.

2. Дмитриенко В.Д., Хавина И.П. Вычислительная сеть для решения задач распознавания с несколькими решениями // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". - Харків: НТУ "ХТО". -2007. -№ 19. - С. 58-63.

3. Дмитриенко В.Д., Корсунов Н.И. Основы теории нейронных сетей. Учебное пособие. - Белгород: БИИММАП.-200/1. - 159 с.

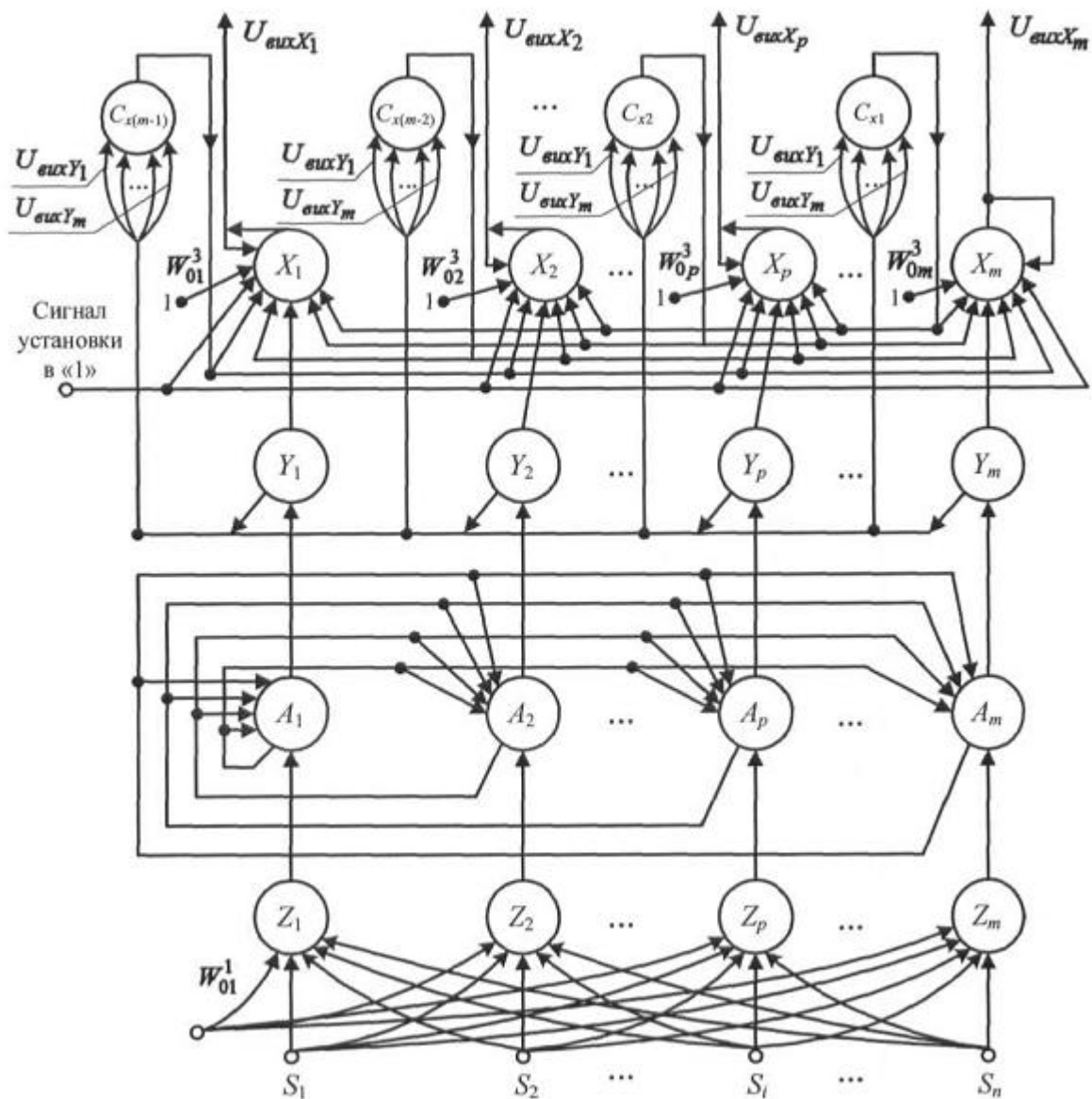
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

5 Нейромережевий пристрій для розпізнавання та класифікації зображень на границі декількох класів, що складається з шару сенсорних нейронів, шару ітераційних нейронів, шару вихідних нейронів, шару запам'ятовуючих нейронів, джерела сигналу зміщення, вихід якого пов'язаний з входом кожного нейрона шару, що запам'ятовує, нейрони якого пов'язані вхідними бінарними односпрямованими зв'язками з виходами відповідних нейронів сенсорного шару й вихідними зв'язками з безперервними ваговими коефіцієнтами з входами відповідних нейронів шару ітераційних нейронів, перший вихід кожного нейрона якого пов'язаний збуджуючим зв'язком з його входом та гальмуючим зв'язком з входами всіх інших нейронів шару ітераційних нейронів, другі виходи нейронів ітераційного шару пов'язані з відповідними входами шару вихідних нейронів, який **відрізняється** тим, що в нього введений другий шар вихідних нейронів, джерело сигналу установки в одиницю і шар схем виділення одного, двох й більшої кількості одиничних сигналів з виходів елементів шару вихідних нейронів, виходи всіх елементів якого з'єднані з входами всіх схем виділення одного, двох й більшої кількості одиничних сигналів, виходи яких з'єднані з входами всіх елементів другого шару вихідних нейронів, на один вхід кожного нейрона якого надходить вихідний сигнал одного з відповідних елементів вихідного шару, а вхід зміщення з'єднаний з джерелом сигналу зміщення та вхід установки з'єднаний з джерелом сигналу установки в одиницю.

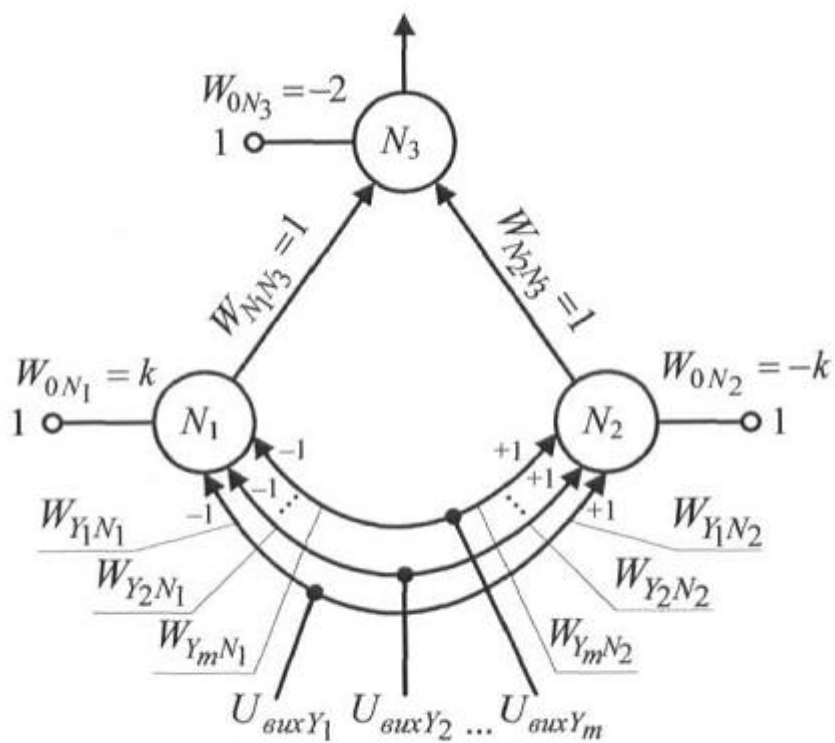
10

15

20



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Д. Шеврун

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