



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150621** (13) **U**
(51) МПК (2022.01)
G06G 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

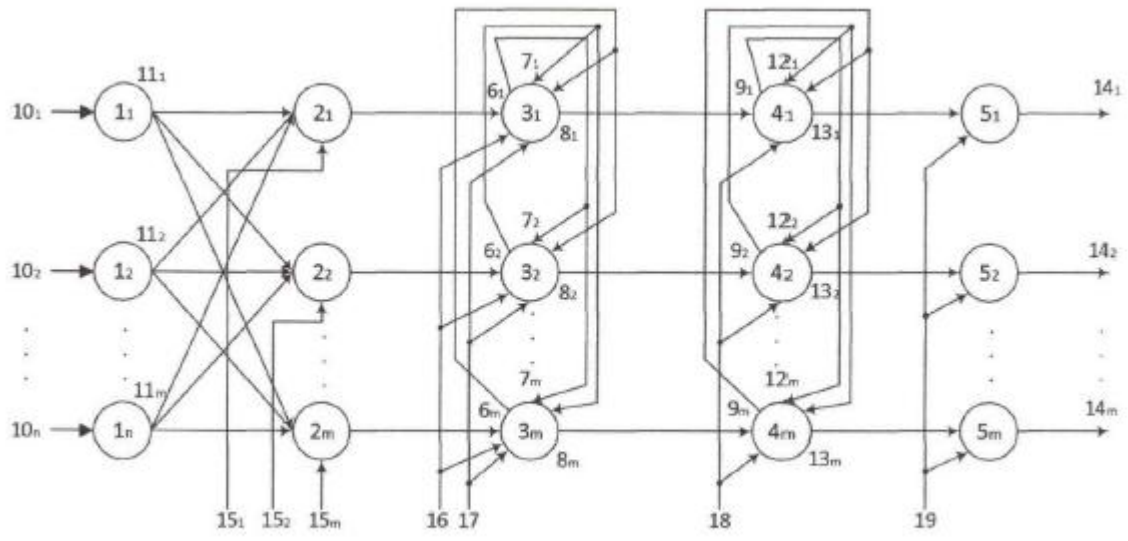
(21) Номер заявки: u 2021 04970	(72) Винахідник(и): Мартинюк Тетяна Борисівна (UA), Круківський Богдан Ігорович (UA), М'якішев Олександр Андрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 03.09.2021	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 10.03.2022	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 09.03.2022, Бюл.№ 10	

(54) КЛАСИФІКАТОР

(57) Реферат:

Класифікатор містить чотири шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, латеральні зв'язки між 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 нейроподібних елементів третього шару з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного нейроподібного елемента цього шару, крім себе самого. Введено п'ятий шар з m нейроподібних елементів і вхід збудження нейроподібних елементів п'ятого шару, причому вхід кожного нейроподібного елемента п'ятого шару з'єднаний з виходом відповідного нейроподібного елемента четвертого шару, а його вихід є виходом рангу належності вхідних сигналів відповідному класу класифікатора, прямий вхід кожного з m нейроподібних елементів четвертого шару з'єднаний з виходом відповідного нейроподібного елемента третього шару, а його додатковий вихід з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного нейроподібного елемента цього шару, крім себе самого.

UA 150621 U



Фиг. 1

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

Відомий класифікатор (патент України № 76519, м.кл. G06G 7/00, 2013 р., бюл. № 1), що містить три шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, виходи бінарних нейроподібних елементів третього шару є виходами ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу, 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.

Недоліком даного пристрою є неможливість визначення рангів вхідного образу стосовно його належності до конкретних класів.

Найбільш близьким за технічною суттю є класифікатор (патент України №138749, м.кл. G06G 7/00, 2019 р., бюл. № 23), що містить чотири шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, латеральні зв'язки між 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 нейроподібних елементів третього шару з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного нейроподібного елемента цього шару, крім себе самого, вихід кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднаний з входом прямого зв'язку відповідного нейроподібного елемента третього шару, причому входи кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднані з виходом всіх n сенсорних нейроелементів першого шару, крім того, класифікатор містить четвертий шар з m бінарних нейроподібних елементів, в подальшому нейроподібних елементів, групу m входів зміщення лінійних нейроподібних елементів другого шару, вхід збудження і вхід задання ваги латеральних зв'язків нейроподібних елементів третього шару і вхід збудження нейроподібних елементів четвертого шару, причому виходи нейроподібних елементів четвертого шару є виходами ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу, а кожний з m нейроподібних елементів третього шару містить багатовходовий суматор, суматор, перший і другий мультиплексори, регістр, інвертор та помножувач, а кожний з m нейроподібних елементів четвертого шару містить RS-тригер, причому $(m-1)$ входи латеральних зв'язків кожного нейроподібного елемента третього шару з'єднані з відповідними входами багатовхідного суматора, вихід якого підключений до від'ємного входу суматора, прямий вхід якого з'єднаний з виходом першого мультиплексора, його вихід підключений до першого інформаційного входу другого мультиплексора, а його вихід ознаки підключений до адресного входу та через інвертор до другого інформаційного входу другого мультиплексора, вихід якого з'єднаний з відповідним входом регістра, вхід прямого зв'язку нейроподібного елемента третього шару з'єднаний з другим інформаційним входом першого мультиплексора, а його вихід підключений до виходу ознаки суматора, крім того вихід регістра з'єднаний з першим інформаційним входом першого мультиплексора і першим входом помножувача, другий вхід якого з'єднаний з входом задання ваги латеральних зв'язків класифікатора, а вихід помножувача підключений до додаткового виходу нейроподібного елемента третього шару класифікатора, вхід збудження четвертого шару класифікатора з'єднаний з S-входом RS-тригера нейроподібного елемента цього шару, а його вихід ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу з'єднаний з прямим виходом RS-тригера, R-вхід якого підключений до виходу нейроподібного елемента третього шару класифікатора.

Недоліком найбільш близького аналога є обмежені функціональні можливості через невизначеність рангів вхідного образу стосовно його належності до конкретних класів.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення класифікатора, в якому введення нових вузлів і зв'язків забезпечує визначення рангів вхідного образу стосовно його належності до конкретних класів, що дозволяє розширити функціональні можливості класифікатора.

Поставлена задача вирішується тим, що у класифікатор, що містить чотири шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, латеральні зв'язки між 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 нейроподібних елементів третього шару з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного нейроподібного елемента

цього шару, крім себе самого, вихід кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднаний з входом прямого зв'язку відповідного нейроподібного елемента третього шару, причому входи кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднані з виходом всіх n сенсорних нейроелементів першого шару, крім того, четвертий шар містить m нейроподібних елементів, а класифікатор містить групу m входів зміщення лінійних нейроподібних елементів другого шару, вхід збудження і вхід задання ваги латеральних зв'язків нейроподібних елементів третього шару і вхід збудження нейроподібних елементів четвертого шару, кожний з m нейроподібних елементів третього шару містить багатовходовий суматор, суматор, перший і другий мультиплексори, регістр, інвертор та помножувач, причому $(m-1)$ входи латеральних зв'язків кожного нейроподібного елемента третього шару з'єднані з відповідними входами багатовходового суматора, вихід якого підключений до від'ємного входу суматора, прямий вхід якого з'єднаний з виходом першого мультиплексора, його вихід підключений до першого інформаційного входу другого мультиплексора, а його вихід ознаки підключений до адресного входу та через інвертор до другого інформаційного входу другого мультиплексора, вихід якого з'єднаний з відповідним входом регістра, вхід прямого зв'язку нейроподібного елемента третього шару з'єднаний з другим інформаційним входом першого мультиплексора, а його вихід підключений до виходу ознаки суматора, крім того вихід регістра з'єднаний з першим інформаційним входом першого мультиплексора і першим входом помножувача, другий вхід якого з'єднаний з входом задання ваги латеральних зв'язків класифікатора, а вихід помножувача підключений до додаткового виходу нейроподібного елемента третього шару класифікатора, вхід збудження якого з'єднаний з адресним входом першого мультиплексора, згідно з корисною моделлю, введено п'ятий шар з m нейроподібних елементів і вхід збудження нейроподібних елементів п'ятого шару, причому вхід кожного нейроподібного елемента п'ятого шару з'єднаний з виходом відповідного нейроподібного елемента четвертого шару, а його вихід є виходом рангу належності вхідних сигналів відповідному класу класифікатора, прямий вхід кожного з m нейроподібних елементів четвертого шару з'єднаний з виходом відповідного нейроподібного елемента третього шару, а його додатковий вихід з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного нейроподібного елемента цього шару, крім себе самого.

На фіг. 1 наведено структурну схему класифікатора, на фіг. 2 наведено функціональну схему нейроподібного елемента третього шару, на фіг. 3 наведено функціональну схему нейроподібного елемента четвертого шару.

Класифікатор (фіг. 1) складається з п'яти 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 - перший конкурентний шар з m нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$; четвертий шар - другий конкурентний шар з m нейроподібних елементів $4_1, \dots, 4_m$; п'ятий шар - вихідний шар з m нейроподібних елементів $5_1, \dots, 5_m$.

Вихід кожного лінійного нейроподібного елемента $2_1, \dots, 2_m$ другого шару з'єднаний з відповідним входом $6_1, \dots, 6_m$ прямого зв'язку нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару, додаткові виходи $7_1, \dots, 7_m$ яких з'єднані латеральними зв'язками з відповідними входами нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ цього шару, крім себе самого. Виходи $8_1, \dots, 8_m$ нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару з'єднані з відповідними входами $9_1, \dots, 9_m$ прямого зв'язку нейроподібних елементів $4_1, \dots, 4_m$ четвертого шару, кожний з входів $10_1, \dots, 10_m$ класифікатора з'єднаний з входом відповідного сенсорного нейроелемента $1_1, \dots, 1_n$ першого шару, виходи $11_1, \dots, 11_m$ яких з'єднані з входами кожного лінійного нейроподібного елемента $2_1, \dots, 2_m$ другого шару.

Додаткові виходи $12_1, \dots, 12_m$ нейроподібних елементів $4_1, \dots, 4_m$ четвертого шару з'єднані латеральними зв'язками з відповідними входами нейроподібних елементів $4_1, \dots, 4_m$ цього шару, крім себе самого, а їх виходи $13_1, \dots, 13_m$ з'єднані з входами відповідних нейроподібних елементів $5_1, \dots, 5_m$ п'ятого шару, виходи яких з'єднані з відповідними входами $14_1, \dots, 14_m$ рангів належності вхідних сигналів відповідному класу класифікатора.

Крім цього лінійні нейроподібні елементи $2_1, \dots, 2_m$ другого шару містять відповідні входи $15_1, \dots, 15_m$ зміщення, нейроподібні елементи $3_1, \dots, 3_m$ третього шару містять перший вхід 16 збудження і вхід 17 задання ваги латеральних зв'язків класифікатора, нейроподібні елементи $4_1, \dots, 4_m$ четвертого шару мають другий вхід 18 збудження, а нейроподібні елементи $5_1, \dots, 5_m$ п'ятого шару містять третій вхід 19 збудження класифікатора.

Нейроподібний елемент 3_i , де $i = 1, \dots, m$, третього шару (фіг. 2) містить багатовходовий суматор 20 , суматор 21 , мультиплексори $22, 23$, інвертор 24 , регістр 25 , помножувач 26 . Причому $(m-1)$ входи $7_1, \dots, 7_{i-1}, 7_{i+1}, \dots, 7_n$ нейроподібного елемента 3_i , де $i = 1, \dots, m$, з'єднані з

відповідними входами багатовходового суматора 20, вихід 27 суматора 21 підключений до інформаційного входу D_0 мультиплектора 23, а його вихід 28 ознаки підключений до виходу 8; нейроподібного елемента 3_i , а також до адресного входу A та через інвертор 24 до інформаційного входу D_1 мультиплектора 23.

5 Інформаційний вихід мультиплектора 23 з'єднаний з входом регістра 25, вихід 29 якого з'єднаний з інформаційним входом D_0 мультиплектора 22, а також з першим входом помножувача 26. Вихід 30 багатовходового суматора 20 підключений до від'ємного входу суматора 21, а вихід 31 мультиплектора 22 з'єднаний з прямим входом суматора 21. Вхід 6_i прямого зв'язку нейроподібного елемента 3_i , де $i = 1, \dots, m$, з'єднаний з інформаційним входом D_1 мультиплектора 22, а його адресний вхід A підключений до першого входу 16 збудження класифікатора. Другий вхід помножувача 26 з'єднаний з входом 17 задання ваги латеральних зв'язків класифікатора, а його вихід підключений до додаткового виходу 7 (відповідного нейроподібного елемента 3_{i-1} , де $i-1, \dots, m$).

15 Нейроподібний елемент 4_i , де $i = 1, \dots, m$, четвертого шару (фіг. 3) містить RS-тригер 32, елемент НІ 33, перший 34 і другий 35 елементи І, елемент АБО 36. S-вхід RS-тригера 32 з'єднаний з другим входом 18 збудження класифікатора, а R-вхід RS-тригера 32 з'єднаний з входом елемента НІ 33, з входом 9_i прямого зв'язку нейроподібного елемента 4_i і з першим входом елемента І 35, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом RS-тригера 32. Вихід елемента І 35 є додатковим виходом 12_j нейроподібного елемента 4_i , а вихід елемента НІ 33 з'єднаний з першим входом елемента І 34, другий вхід якого з'єднаний з виходом елемента АБО 36. Вихід елемента І 34 з'єднаний з виходом 13_i нейроподібного елемента 4_i , входи $12_1, \dots, 12_{i-1}, 12_{i+1}, \dots, 12_m$ якого, а також вихід елемента І 35 з'єднані з відповідними входами елемента АБО 36. Крім того, вихід 13_i нейроподібного елемента 4_i з'єднаний з лічильним входом нейроподібного елемента 5_i п'ятого шару класифікатора (фіг. 3), який являє собою лічильник, інформаційний вхід якого підключений до третього входу 19 збудження класифікатора, а його інформаційний вихід з'єднаний з виходом 14; рангу належності вхідних сигналів відповідному класу.

Класифікатор (фіг. 1) працює наступним чином. Перший етап - це етап налаштування, на якому встановлюються значення ваг $W_{ij}^{(2)}$ зв'язків входів лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$ другого шару з виходами $11_1, \dots, 11_n$ сенсорних нейроелементів $1_1, \dots, 1_n$ першого шару, тобто відбувається навчання класифікатора. На початку роботи класифікатора по його другому 18 і третьому 19 входам збудження встановлюються в активний (одиночний) стан відповідно нейроподібні елементи $4_1, \dots, 4_m$ четвертого шару і нейроподібні елементи $5_1, \dots, 5_m$ п'ятого шару.

35 Другий етап - робочий, на якому відбувається основне функціонування класифікатора. При цьому на входи $10_1, \dots, 10_n$ класифікатора подається n -елементний вхідний вектор X ознак, кожний елемент x_j якого, де $j = 1, \dots, n$, проходячи через відповідні n сенсорні нейроелементи $1_1, \dots, 1_n$ першого шару, з їх виходів $11_1, \dots, 11_n$ помножується на відповідні вагові коефіцієнти $W_{ij}^{(2)}$,

і подається на відповідні входи лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$ другого шару. В результаті на виході i -го лінійного нейроподібного елемента 2; другого шару формується сума S_i зважених вхідних сигналів x_1, \dots, x_n , тобто відповідна дискримінантна функція вигляду:

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

де b_i - сигнал зміщення на відповідному вході 15; зміщення класифікатора.

45 На початку процесу функціонування нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару активовані їх входи $6_1, \dots, 6_m$ прямого зв'язку по одиночному сигналу на першому вході 16 збудження класифікатора. Далі отримані значення дискримінантних функцій S_1, \dots, S_m (1), будучи подані на входи $6_1, \dots, 6_m$ прямого зв'язку відповідних нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару, задають початкові стани нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ цього шару. Після цього надходження сигналів з виходів лінійних нейроподібних елементів $2_1, \dots, 2_m$ другого шару на входи $6_1, \dots, 6_m$ прямого зв'язку нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару припиняється по нульовому сигналу на першому вході 16 збудження класифікатора, а зі сформованого цими сигналами початкового стану запускається ітераційний процес всередині третього шару.

55 Додаткові виходи $7_1, \dots, 7_m$ і відповідні входи зворотного зв'язку кожного з нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару зв'язані між собою латеральним зв'язком, який має вагу $W_{il}^{(3)}$ вигляду:

$$W_{il}^{(3)} = \begin{cases} 0, \text{ якщо } i=l, \\ -\varepsilon \leq \frac{1}{m}, \text{ якщо } i \neq l, \end{cases}, \quad (2)$$

причому $l = 1, \dots, i-1, i+1, \dots, m$, а значення ваги ε встановлюється по входу 17 задання ваги латеральних зв'язків класифікатора.

Отже, входи зворотного зв'язку кожного нейроподібного елемента 3_i , де $i=1, \dots, m$, третього шару з'єднані від'ємним (гальмівним) латеральним зв'язком з додатковими виходами $7_1, \dots, 7_m$ нейроподібних 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 нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару має вигляд:

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

Нейроподібні елементи $3_i, \dots, 3_m$ третього шару функціонують в режимі WTA (Winner Takes All), при якому у фіксованій (кінцевій) ситуації активізується тільки один нейроподібний елемент 3_k , де $k = 1, \dots, m$, з ненульовим вмістом, а всі інші перебувають у стані спокою з нульовим вмістом.

Процес поступового обнуління нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару фіксується відповідними нейроподібними елементами $4_1, \dots, 4_m$ четвертого шару, які маскують процес формування рангів r_1, \dots, r_m на виходах $14_1, \dots, 14_m$ рангів відповідних нейроподібних елементів $5_1, \dots, 5_m$ п'ятого шару класифікатора. З першою появою нульового (від'ємного) значення, наприклад, на виході 8_i нейроподібного елемента 3_i третього шару на вході 9_i відповідного нейроелемента 4_i четвертого шару останній маскує появу одиничного сигналу на своєму виході 13_i , тобто маскує (забороняє) зв'язок з відповідним нейроподібним елементом 5_i п'ятого шару. В результаті в подальшому фіксується одиничне попереднє значення на виході 14_i рангу нейроподібного елемента 5_i п'ятого шару. Отже, в даному випадку фіксується відповідний найменший ранг r_i , що дорівнює одиниці ($r_i = 1$).

В інших незамаскованих нейроподібних елементах $5_1, \dots, 5_{i-1}, 5_{i+1}, \dots, 5_m$ п'ятого шару спрацьовує зв'язок з відповідних виходів $13_i, \dots, 13_{i-1}, 13_{i+1}, \dots, 13_m$ попереднього четвертого шару, в результаті їх вміст збільшується на одиницю, тобто на виходах $14_1, \dots, 14_{i-1}, 14_{i+1}, \dots, 14_m$ рангів формуються відповідні ранги, що дорівнюють в даному випадку "2". Сигнали на додаткових виходах $12_1, \dots, 12_m$ нейроподібних елементів $4_1, \dots, 4_m$ четвертого шару приймають участь у формуванні незамаскованих одиничних сигналів на виходах $13_1, \dots, 13_m$ нейроподібних елементів $4_1, \dots, 4_m$ четвертого шару.

Ітераційний процес завершується у момент, коли всі нейроподібні елементи $3_1, \dots, 3_m$ третього шару, крім одного нейроподібного елемента 3_k (переможця з ненульовим вихідним сигналом), перейдуть у нульовий стан. Нейроподібний елемент - переможець 3_k третього шару з ненульовим вихідним сигналом є представником k -го класу, до якого належить вхідний вектор X . Разом з тим, на виході 14_k рангу, де $k = 1, \dots, m$, нейроподібного елемента 5_k п'ятого шару в класифікаторі формується відгук у вигляді найвищого рангу $r_k = m$ серед всіх інших рангів r_1, \dots, r_m , які вказують ступінь належності вхідного вектора X ознак об'єкта класифікації до всіх визначених класів $1, \dots, m$.

Нейроподібний елемент 3_i , де $i = 1, \dots, m$, третього шару (фіг. 2) працює таким чином. Одиничний сигнал збудження з першого входу 16 збудження класифікатора подається на адресний вхід А мультиплексора 22, дозволяючи проходження з його інформаційного входу D_1 на вихід 31 інформації з входу 6_i прямого зв'язку, яка являє собою дискримінантну функцію $S_i(1)$. Інформація з виходу 30 багатовходового суматора 20 потрапляє на від'ємний вхід суматора 21, де віднімається від інформації, яка подається з виходу 31 мультиплексора 22, тобто формується значення поточного стану нейроподібного елемента 3_i у момент часу $(t+1)$ вигляду:

$$S_i(t+1) = S_i(t) - \varepsilon S_1(t) + \dots + S_{i-1}(t) + S_{i+1}(t) + \dots + S_m(C)). \quad (5)$$

На початку роботи класифікатора реєстри 25 всіх нейроподібних елементів $3_1, \dots, 3_m$ третього шару обнулені. Далі з суматора 21 ця інформація (5) передається через його вихід 27 на інформаційний вхід D_0 мультиплексора 23, який передає цю інформацію на вхід реєстра 25.

Якщо на виході 28 ознаки суматора 21 присутній нульовий сигнал, що свідчить про ненульову і невід'ємну поточну інформацію на виході 27 суматора 21, то він, будучи поданий на адресний вхід А мультиплексора 23, дозволяє проходження ненульової і невід'ємної інформації з виходу 27 суматора 21 через інформаційний вхід D_0 мультиплексора 23 на вхід реєстра 25.

Якщо на виході 28 ознаки суматора 21 присутній одиничний сигнал, що свідчить про нульову або від'ємну інформацію на виході 27 суматора 21, то він, будучи поданий на адресний вхід А мультиплексора 23, дозволяє проходження одиничного сигналу з виходу 28 ознаки суматора 21

через інвертор 24 на інформаційний вхід D_1 мультиплексора 23, а з його виходу нульовий сигнал подається на вхід регістра 25. Отже, сигнал ознаки з виходу 30 суматора 21 реалізує функцію активації $f^1(S_i)$ вигляду (3).

З виходу 29 регістра 25 інформація потрапляє на відповідний вхід помножувача 26, де помножуються на значення ваги ϵ латеральних зв'язків, яке подається з входу 17 класифікатора, після чого потрапляє на додатковий вихід 7_i нейроподібного елемента 3_i , де $i = 1, \dots, m$. При наявності в подальшому нульового сигналу на першому вході 16 збудження класифікатора на вихід 31 мультиплексора 22 буде проходити інформація саме з його інформаційного входу D_0 , тобто поточний стан нейроподібного елемента 3_i вигляду $S_i(t+1)$ (5) буде оновлюватись з врахуванням інформації з додаткових виходів $7_i, \dots, 7_{i-1}, 7_{i+1}, \dots, 7_m$ всіх інших нейроподібних елементів $3_i, \dots, 3_{i-1}, 3_{i+1}, \dots, 3_m$ третього шару, які подаються на відповідні входи багатовходового суматора 20.

Нейроподібний елемент 4_i , де $i = 1, \dots, m$, четвертого шару (фіг. 3) працює таким чином. Спочатку встановлюється в одиничний стан RS-тригер 32 за одиничним сигналом на другому вході 18 збудження класифікатора. На початку роботи на вході 9_i прямого зв'язку нейроподібного елемента 4_i ; присутній нульовий сигнал, який, проходячи через елемент I 35, встановлює нульовий сигнал на додатковому виході 12_i нейроподібного елемента 4_i , а проходячи через елемент II 33, фіксує одиничний сигнал на першому вході елемента I 34. Якщо при цьому на другий вхід елемента I 34 надходить одиничний імпульс з виходу елемента АБО 36, то з'являється одиничний імпульс на виході 13_i нейроподібного елемента 4_i , що приведе до збільшення вмісту відповідного нейроподібного елемента - лічильника 5_i на одиницю. Отже, за наявністю нульового сигналу на вході 9_i прямого зв'язку нейроподібного елемента 4_i з кожною появою одиничного імпульсу на будь-якому з входів 12_i нейроподібного елемента 4_i та виході елемента I 35 вміст відповідного нейроподібного елемента - лічильника 5_i збільшується на одиницю.

Після появи одиничного сигналу на вході 9_i прямого зв'язку, що відповідає одиничному значенню на виході 8_i нейроподібного елемента 3_i третього шару, забороняється процес лічби у нейроподібному елементі - лічильнику 5_i через наявність нульового сигналу на виході елемента II 33, тобто через відсутність появи одиничного імпульсу на виході елемента I 34, а отже, на виході 13_i нейроподібного елемента 4_i . Крім того, скидається у нульовий стан RS-тригер 32, оскільки одиничний сигнал зі входу 9_i подається на його R-вхід.

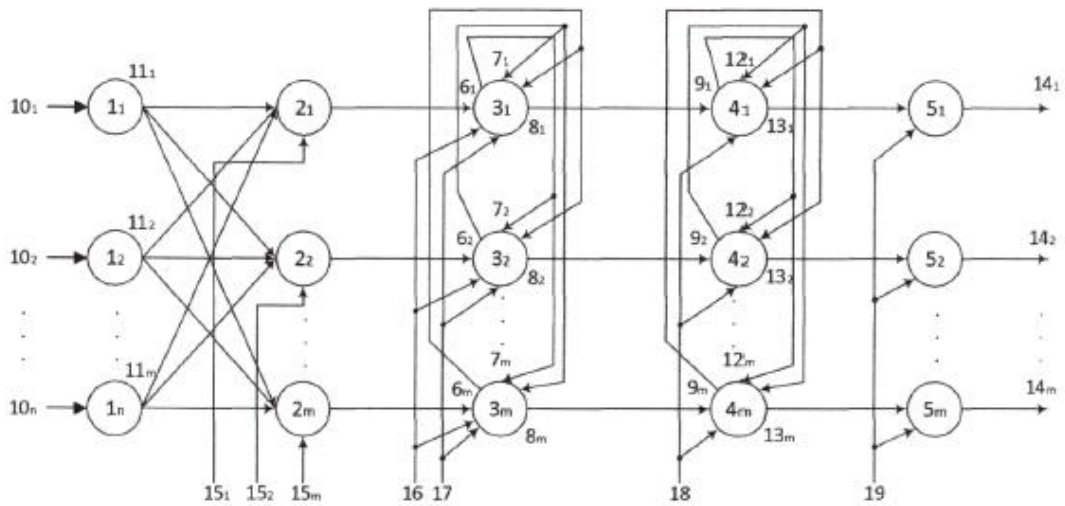
Але до початку встановлення нульового сигналу на прямому виході RS-тригера 32 одиничний сигнал зі входу 9_i формує на виході елемента I 35 короткий одиничний сигнал (імпульс), який з'являється на виході 12_i нейроподібного елемента 4_i . Після появи нульового сигналу на прямому виході RS-тригера 32 на виході елемента I 35, а отже, на виході 12_i нейроподібного елемента 4_i встановлюється нульовий сигнал, який свідчить про те, що відповідний ранг у нейроподібному елементі - лічильнику 5_i сформовано, тобто нейроподібний елемент 4_i його маскує.

Отже, введення у структуру класифікатора п'ятого шару нейроподібних елементів у вигляді лічильників, а також надання нейроподібним елементам четвертого шару функції маскування процесу лічби у відповідних нейроподібних елементах п'ятого шару дозволяє визначити ранги вхідного образу стосовно його належності до конкретних класів, що забезпечує розширення функціональних можливостей класифікатора.

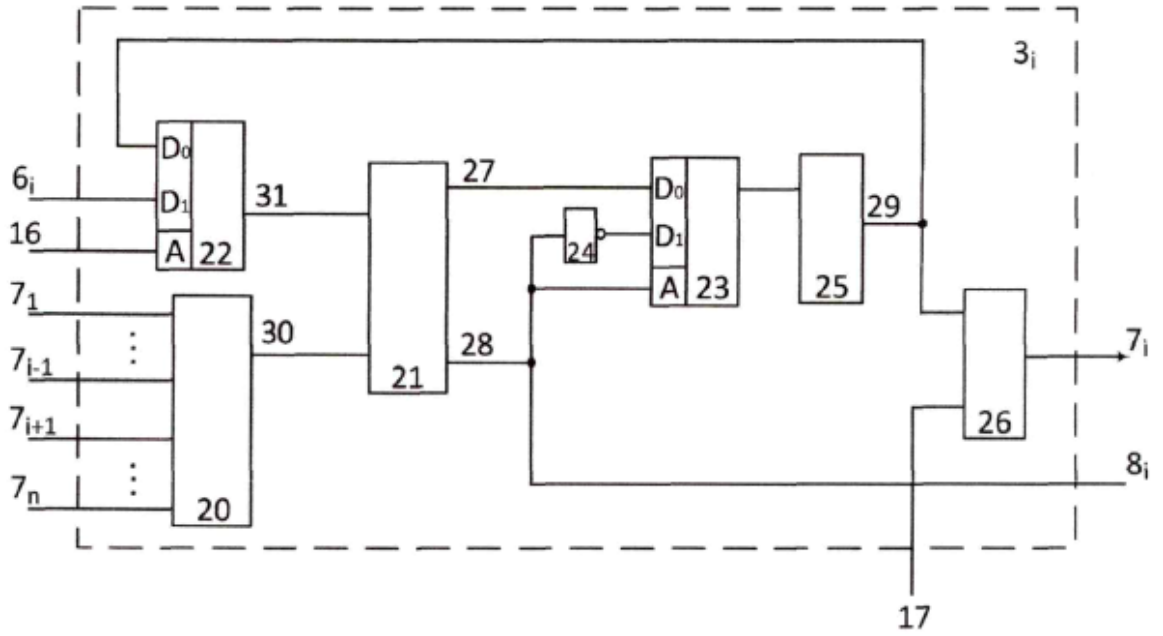
45 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Класифікатор, що містить чотири шари взаємозв'язаних нейроподібних елементів, латеральні зв'язки між 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 нейроподібних елементів третього шару з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного нейроподібного елемента цього шару, крім себе самого, вихід кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднаний з входом прямого зв'язку відповідного нейроподібного елемента третього шару, причому входи кожного лінійного нейроподібного елемента другого шару з'єднані з виходом всіх n сенсорних нейроелементів першого шару, крім того, четвертий шар містить m нейроподібних елементів, а класифікатор містить групу m входів зміщення лінійних нейроподібних елементів другого шару, вхід збудження і вхід задання ваги латеральних зв'язків нейроподібних елементів третього шару і вхід збудження нейроподібних елементів четвертого шару, кожний з m нейроподібних елементів третього шару містить багатовходовий суматор, суматор, перший і другий мультиплексори,

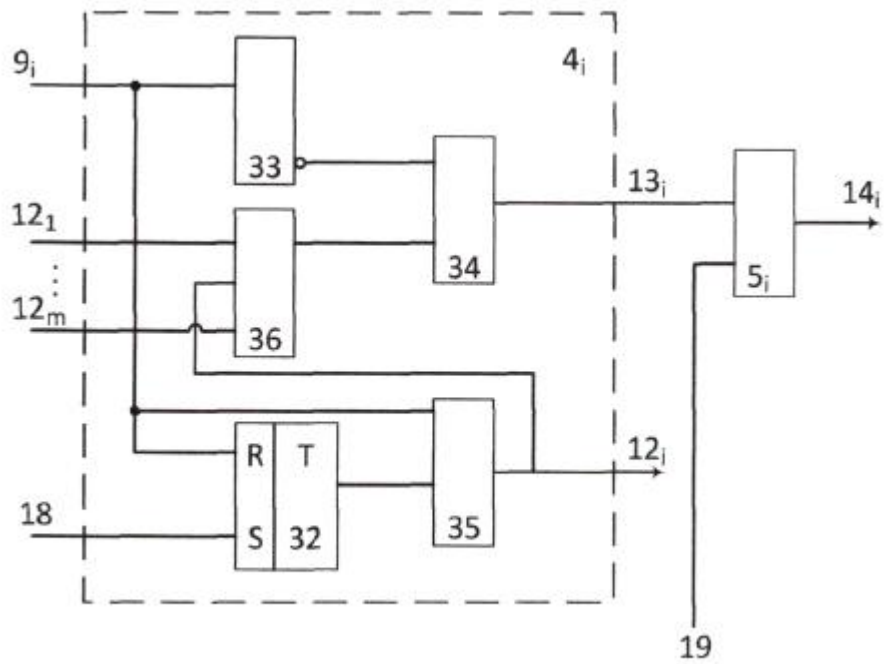
регістр, інвертор та помножувач, причому $(m-1)$ входи латеральних зв'язків кожного нейрорподібного елемента третього шару з'єднані з відповідними входами багатовходового суматора, вихід якого підключений до від'ємного входу суматора, прямиий вхід якого з'єднаний з виходом першого мультиплектора, його вихід підключений до першого інформаційного входу другого мультиплектора, а його вихід ознаки підключений до адресного входу та через інвертор до другого інформаційного входу другого мультиплектора, вихід якого з'єднаний з відповідним входом регістра, вхід прямого зв'язку нейрорподібного елемента третього шару з'єднаний з другим інформаційним входом першого мультиплектора, а його вихід підключений до виходу ознаки суматора, крім того вихід регістра з'єднаний з першим інформаційним входом першого мультиплектора і першим входом помножувача, другий вхід якого з'єднаний з входом задання ваги латеральних зв'язків класифікатора, а вихід помножувача підключений до додаткового виходу нейрорподібного елемента третього шару класифікатора, вхід збудження якого з'єднаний з адресним входом першого мультиплектора, який **відрізняється** тим, що введено п'ятий шар з m нейрорподібних елементів і вхід збудження нейрорподібних елементів п'ятого шару, причому вхід кожного нейрорподібного елемента п'ятого шару з'єднаний з виходом відповідного нейрорподібного елемента четвертого шару, а його вихід є виходом рангу належності вхідних сигналів відповідному класу класифікатора, прямиий вхід кожного з m нейрорподібних елементів четвертого шару з'єднаний з виходом відповідного нейрорподібного елемента третього шару, а його додатковий вихід з'єднаний з відповідним входом латерального зв'язку кожного нейрорподібного елемента цього шару, крім себе самого.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3