

## ВАРІАНТ ПОБУДОВИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО КЛАСИФІКАТОРА

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

В роботі проаналізовано варіанти побудови тришарового нейромережевого класифікатора. Визначено подальші шляхи його модернізації.

**Ключові слова:** Нейромережевий класифікатор; перцептрон; розпізнавання образів.

### Abstract

In this paper the ways of creating three-layers neural network classifier were analyzed. Further modernisation approaches for it were identified.

**Keywords:** Neural network classifier; perceptron; image recognition.

### Вступ

Задача класифікації представляє собою задачу віднесення зразка до однієї із декількох множин, які не перетинаються. Прикладом таких задач можуть бути: задача визначення кредитоспроможності клієнта банку, медичні задачі, в яких необхідно визначити, наприклад, захворювання за певними симптомами та ін.

Ефективним для вирішення таких задач є використання нейротехнологій, а саме побудова нейромережевого класифікатора.

Метою роботи є апаратна реалізація класифікатора, в якому забезпечується формалізація процесу отримання результуючого сигналу про належність вхідного образу у вигляді вектора його ознак до певного класу.

### Результати дослідження

На рис.1 наведено структурну схему нейромережевого класифікатора[1].

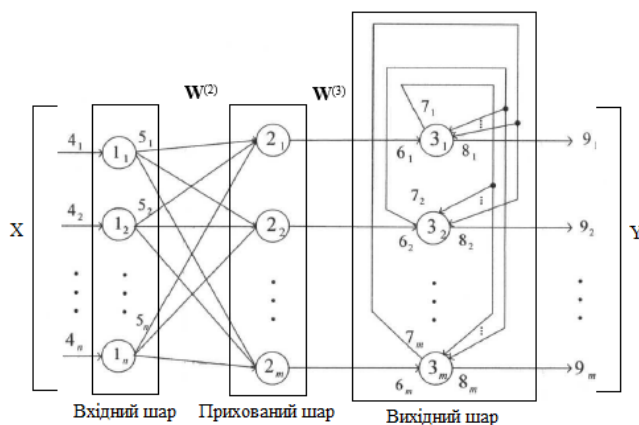


Рис. 1. Структурна схема класифікатора

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  $3_1, \dots, 3_m$ . Особливістю структури є те, що 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  $9_1, \dots, 9_m$  - виходи ознаки належності вхідних сигналів відповідному класу[1].

Класифікатор працює у два етапи. Перший етап - це етап налаштування, на якому встановлюються значення ваг  $w_{ij}^{(2)}$  матриці  $\mathbf{W}^{(2)}$  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 як дискримінантна функція  $S_i$  на відповідні входи лінійних нейроподібних елементів  $2_1, \dots, 2_m$  прихованого шару.

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:

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

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:

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

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  $X$ .

Варто відмітити, що ваги  $w_{ij}^{(2)}$  матриці  $\mathbf{W}^{(2)}$  зв'язків прихованого шару налаштовуються в процесі навчання класифікатора, а ваги  $w_{ij}^{(3)}$  матриці  $\mathbf{W}^{(3)}$  латеральних зв'язків між бінарними нейроподібними елементами  $3_1, \dots, 3_m$  та їх відповідними входами у вихідному шарі мають постійні значення вигляду:

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

Це свідчить про формалізацію процесу отримання за максимумом дискримінантних функцій 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.

.....

## Висновки

Таким чином, саме апаратна реалізація бінарних нейроподібних елементів вхідного шару, які фактично є нейронами з пам'яттю, представляє певний інтерес і є об'єктом подальшого дослідження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 76519 Україна, МПК G06G 7/00. Класифікатор / Т. Б. Мартинюк, А. В. Медвідь, Л. М. Куперштейн, І. М. Чех. – № у 2012 06584 ; заявл. 30.05.2012 ; опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1. – 4 с.

**Маслій Антон Вікторович** – студент групи О-126, Факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [anton.maslii@gmail.com](mailto:anton.maslii@gmail.com);

Науковий керівник: **Мартинюк Тетяна Борисівна** – доктор техн. наук, професор кафедри лазерної та оптико-електронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Maslii Anton V.** - Department of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [anton.maslii@gmail.com](mailto:anton.maslii@gmail.com);

Supervisor: **Martyniuk Tatyana B.** - Doctor of Sc., professor of laser and opto-electronic technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine.