

Т. Б. Мартинюк<sup>1</sup>М. В. Микитюк<sup>1</sup>М. О. Зайцев<sup>1</sup>

## МАТРИЧНИЙ ОБЧИСЛЮВАЧ У СКЛАДІ КЛАСИФІКАТОРА ОБ'ЄКТІВ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет**Анотація**

Запропоновано структурну організацію матричного обчислювача у складі класифікатора об'єктів з орієнтацією на ПЛС.

**Ключові слова:** матричний обчислювач, класифікатор об'єктів, лінійна дискримінантна функція.

**Abstract**

The structural organization of the matrix calculator as a part of the classifier of objects with PLD orientation is offered.

**Key words:** matrix calculator, object classifier, linear discriminant function.

**Вступ**

Один з варіантів побудови класифікатора об'єктів із застосуванням лінійних дискримінантних функцій (ЛДФ) розглянуто у публікації [1]. Відомо, що класифікатор як базовий вузол входить до складу підсистем підтримки прийняття рішень у системах розпізнавання образів різного призначення [2].

**Метою розробки** є аналіз структурної організації класифікатора об'єктів із застосуванням дискримінантного аналізу даних.

**Результати дослідження**

Вирішальне правило, що використано у наведеному в роботі [1] класифікаторі біомедичних сигналів, має такий вигляд:

$$y_l = \{1 | \max \text{ЛДФ}_l, l = \overline{1, m}\} \Rightarrow X \in c_l, \quad (1)$$

де  $X$  –  $n$ -елементний вхідний вектор;  $Y$  –  $m$ -елементний вихідний вектор; ЛДФ <sub>$i$</sub>  –  $i$ -та лінійна дискримінантна функція;  $c_l$  –  $l$ -й клас;  $m$  – кількість класів.

Отже, за максимумом  $l$ -ої ЛДФ <sub>$l$</sub>  приймається рішення про належність вхідного вектору  $X$  ознак об'єкта до  $l$ -го класу  $c_l$ .

Аналізуючи формулу (1), можна зробити висновок, що даний метод класифікації використовує нейромереву парадигму, оскільки ЛДФ формуються за характерними для нейромерев правилами:

$$\text{ЛДФ}_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot x_j + b_i, \quad (2)$$

де  $x_j$  –  $j$ -й елемент вхідного вектору  $X$ ;  $w_{ij}$  – коефіцієнт або вага  $j$ -го елемента  $x_j$  у складі  $i$ -ої ЛДФ <sub>$i$</sub> ;  $b_i$  – вільний член ЛДФ <sub>$i$</sub>  або поріг класифікації.

У запропонованому класифікаторі об'єктів, розглянутому у роботі [1], головну функціональну роль відіграє матричний обчислювач із системою архітектурою [3], в якому реалізується просторово-розподілена обробка елементів ЛДФ [4]. За цією особливістю матричний обчислювач у деякій мірі має аналогію з мапою Кохонена [5]. Відомо, що мапа Кохонена, що самоорганізується, дозволяє отримати

топологічно впорядковане перетворення вхідного  $n$ -вимірний простору у вихідний  $m$ -вимірний простір.

Крім того, така особливість матричного обчислювача як регулярність структури забезпечує ефективно його розміщення у мікросхемі ПЛІС з можливістю нормування розмірності як вертикально, так і горизонтально.

### Висновок

Запропонована систолічна архітектура матричного обчислювача у складі класифікатора об'єктів, а також просторово-розподілена обробка двовимірний масиву даних у вигляді елементів групи ЛДФ дозволяє знайти аналогію з однією з класичних нейромереж, а саме з мапою Кохонена.

Крім того, існує можливість реалізації матричного обчислювача з регулярною структурою у мікросхемі ПЛІС, що забезпечить швидкодію процесу класифікації та зменшення апаратних витрат при реалізації.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мартинюк Т. Б., Буда А. Т., Хомюк В. В., Кожемяко А. В., Куперштейн Л. М., «Классификатор биометрических сигналов», Искусственный интеллект, 2010, №3, с. 88-95.
2. Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є., Експертні технології прийняття рішень. Київ: ТОВ «Маклаут», 2008, 444с.
3. Мартинюк Т. Б., Крупельницький Л. В., Микитюк М. В., Зайцев М. О., «Систолічна архітектура матричного обчислювача для класифікатора об'єктів», Electronic modeling, 2021, V.43, №3, с. 96-46. <https://doi.org/10.15407/emodel.43.03.036>.
4. Мартинюк Т. Б., Микитюк М. В., Зайцев М. О., «Просторово-розподілена обробка елементів дискримінантних функцій при класифікації об'єктів», Збірник наукових праць ЛОГОС. <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.32>
5. Байдык Т. Н., Нейронные сети и задачи искусственного интеллекта. Киев: Наук. Думка, 2001, 260с.

**Мартинюк Тетяна Борисівна** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри обчислювальної техніки, e-mail: [martyniuk.t.b@gmail.com](mailto:martyniuk.t.b@gmail.com);

**Микитюк Максим Васильович** – аспірант кафедри обчислювальної техніки, e-mail: [maksym.mykytiuk@gmail.com](mailto:maksym.mykytiuk@gmail.com);

**Зайцев Микола Олександрович** – аспірант кафедри обчислювальної техніки, e-mail: [mrnikolayzv@gmail.com](mailto:mrnikolayzv@gmail.com);

**Martyniuk Tatiana B.** – D. Sc., Professor, Professor of the Department of Computer Engineering, e-mail: [martyniuk.t.b@gmail.com](mailto:martyniuk.t.b@gmail.com);

**Mykytiuk Maksym V.** – Postgraduate Student of the Department of Computer Engineering, e-mail: [maksym.mykytiuk@gmail.com](mailto:maksym.mykytiuk@gmail.com);

**Zaitsev Mykola O.** – Postgraduate Student of the Department of Computer Engineering, e-mail: [mrnikolayzv@gmail.com](mailto:mrnikolayzv@gmail.com);