

## РОЗПІЗНАВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СПАЙКІНГОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Колесницький Олег, Куцман Владислав

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У доповіді розглядається метод розпізнавання багатоканальних сигналів за допомогою спайкінгових нейронних мереж, структури і моделі нейронних елементів і мережі загалом, а також результати комп'ютерного моделювання процесу розпізнавання.*

### Abstract

*The report examines the multichannel signals recognition method, based on spiking neural networks. report examines the structure and model of neural elements and the network as a whole, as well as the results of computer simulation of the recognition process*

Головна мета функціонування інтелектуальних систем – вирішення когнітивних задач не гірше за людину [1].

Людина сприймає образи за допомогою органів чуття (очі, вуха, ніс і т.д.), які є багатоконпонентними рецепторами. Ці багатоконпонентні рецептори видають багатоканальну інформацію у вигляді сукупності сигналів (багатоканальні імпульсні сигнали). Центральна нервова система (ЦНС) людини має справу не з самим образом, а з результатом дії цього образу на рецептори. Для ЦНС образом є багатоканальні імпульсні сигнали, які генеруються рецепторами, а потім проходять складну обробку. Тому при побудові нейроморфних інтелектуальних систем нових поколінь велике значення має вирішення проблеми розпізнавання багатоканальних сигналів (в окремому випадку - імпульсних) [1].

Постановка задачі:

– Необхідно розпізнати  $n$  динамічних сигналів (сигнали мультисенсорів газів, антенних ґраток, параметри складних динамічних об'єктів і т.і.)

– Всі  $n$  сигналів надходять одночасно (паралельно) і обмежені на часовому відрізку

– Результат розпізнавання необхідно отримувати у реальному часі – відразу після закінчення сигналів.

Варіанти вирішення:

– Кореляційні методи – не підходять, оскільки необхідно багато паралельно працюючих кореляторів/

– Традиційні нейронні мережі – не підходять, оскільки часто для отримання результату необхідно декілька ітерацій і працюють із відліками вхідних сигналів або їх ознаками [2].

– Спайкінгові нейронні мережі [3] – підходять, оскільки 1) пристосовані до розпізнавання динамічних образів без їх попереднього перетворення у вектор ознак; 2) багатозадачні; 3) розпізнають із передбаченням. 4) мають просту процедуру навчання.

У доповіді розглядається метод розпізнавання багатовимірних сигналів за допомогою спайкінгових нейронних мереж, структури і моделі нейронних елементів [4] і мережі загалом [5], а також результати комп'ютерного моделювання.

Особливе значення має задача навчання спайкінгових нейронних мереж. При програмній або програмно-апаратній реалізації нейронних мереж застосовують будь-які алгоритми навчання з учителем, оскільки необхідно навчити тільки вихідні (зчитувальні) нейрони мережі: дельта-правило, лінійну регресію, р-дельта правило, алгоритм

зворотного поширення та ін. (процес навчання здійснюється шляхом виконання обчислень за визначеними формулами на цифровому процесорі).

При апаратній реалізації нейронних мереж особливе значення має так зване on-line (або on-chip) навчання, тобто навчання за допомогою спеціальних схмотехнічних засобів, які змінюють ваги синаптичних зв'язків нейронних елементів без застосування яких би то не було обчислювальних операцій на цифрових процесорах.

В якості схмотехнічних засобів для адаптації ваг зв'язків вихідних нейронів можуть використовуватись електронні та оптоелектронні компоненти з параметрами, що змінюються. Це, наприклад, варіапи, МДН-транзистори з плаваючим затвором, варістори, програмовані за допомогою імпульсів різної полярності резистори на основі оксидів вісмуту або аморфного полікристалічного кремнію, мемрістори, аналогові оптично керовані транспаранти з пам'яттю та режимами додавання та віднімання зображень.

Переваги нейрокомп'ютерних систем на основі спайкінгових нейронних мереж

- 1) динамічні сигнали подаються на розпізнавання одночасно без розділення у часі або у просторі, а також без попереднього запам'ятовування,
- 2) підвищення швидкодії – результат розпізнавання може бути оцінено ще до завершення періоду дії самих сигналів за інтенсивною імпульсацією на відповідному виході (розпізнавання з передбаченням),
- 3) спрощення процесу навчання – по-перше, за рахунок використання схмотехнічних засобів для навчання та відсутності складних обчислювальних процедур при навчанні нейронної мережі та пристроїв для їх здійснення, по-друге, навчаються не всі нейрони мережі, а лише вихідні нейрони,
- 4) підвищена завадостійкість за рахунок передачі інформації в імпульсній формі.
- 5) спрощення системи – за рахунок скорочення кількості нейронів завдяки застосуванню оптоелектронних нейронних елементів з однаковою полярністю сигналів для збуджувальних та гальмівних імпульсів,
- 6) покращення конструктивно-технологічних параметрів системи - за рахунок використання оптичних, а не електричних сигналів для організації величезної кількості зв'язків між нейронами мережі та реалізації системи на оптоелектронній елементній базі.

### **Список використаних джерел:**

1. Колесницький О. К. Принципи побудови архітектури спайкових нейрокомп'ютерів / О. К. Колесницький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2014. – №4 (115), С.70-78.

2. Савчук Т. О. Використання ієрархічних методів кластеризації для аналізу надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті / Т. О. Савчук, С. І. Петришин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2009. – № 1 : – С. 193–198.

3. Kolesnytskyj O. K. Optoelectronic Implementation of Pulsed Neurons and Neural Networks Using Bispin-Devices / O. K. Kolesnytskyj, I. V. Bokotsey, S. S. Yaremchuk // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). – 2010. – Vol.19. – №2. – P.154–165. – ISSN 1060-992X.

4. O. K. Kolesnytskyj, S. A. Vasyletskyj, „BISPIN - based optoelectronic neuron element” in Selected Papers from the International Conference on Optoelectronic Information Technologies, Sergey V. Svechnikov, Volodymyr P. Kojemiako, Sergey Al. Kostyukevych, Editors, Proceedings of SPIE Vol. 4425, 417 - 424 (2001).

5. V. P. Kozemiako ; O. K. Kolesnytskyj ; T. S. Lischenko ; W. Wojcik and A. Sulemenov " Optoelectronic spiking neural network ", Proc. SPIE 8698, Optical Fibers and Their Applications 2012, 86980M (January 11, 2013); doi:10.1117/12.2019340; http://dx.doi.org/10.1117/12.2019340