

РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Дубограй Д.Д., Колтун Ю.М.

e-mail: denys.dubohrai@nure.ua; e-mail: yurii.koltun@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІМІ
м. Харків, Україна

Human sensory organs function as multi-component receptors that perceive images and generate multi-channel pulse signals, and recognizing them is crucial for the development of next-generation neural networks known as neuromorphic intelligent systems. Spiking Neural Networks (SNNs) are more effective because they can detect dynamic signals without converting them into feature vectors. This work presents a method for detecting multi-dimensional signals using SNNs, detailing their structure, models and training procedures. SNNs can be trained digitally or by special circuits that adjust synaptic weights without digital processors.

Органи чуття людини, такі як очі, вуха та ніс, є багатокомпонентними рецепторами, за допомогою яких вони сприймають образи. Цей багатокомпонентний рецептор генерує сукупність сигналів, відомих як багатоканальні імпульсні сигнали (БІС). Центральна нервова система (ЦНС) людини реагує на образи через дії на рецептори. Рецептори створюють БІС для ЦНС, які потім проходять складну обробку. Отже, вирішення проблеми розпізнавання такого виду сигналів має вирішальне значення при створенні спеціалізованих нейронних мереж (НМ) наступного покоління, що також називаються нейроморфними інтелектуальними системами [1].

Застосування таких систем полягає в тому, щоб ідентифікувати n динамічних сигналів різного призначення (наприклад, таких що генеруються газовими мультисенсорами, ґратчастими антенами, різними складними динамічними об'єктами, тощо), що надходять з різних каналів. Всі ці сигнали можуть надходити паралельно або одночасно і мають обмеження у часі. Звідси витікає задача щодо отримання результатів їх розпізнавання у нейронній мережі відразу після надходження.

У процесі аналізу цієї проблеми в даній роботі були запропоновані наступні варіанти рішень. По-перше, для отримання результату часто потрібні кілька ітерацій, тому традиційні НМ не підходять, тому що кореляційні методи, що в них задіяні, працюють з відліками вхідних сигналів або їх ознаками [2]. По-друге, для розпізнавання сигналів можуть бути використані НМ, що засновані на спайкінгу, оскільки вони можуть ідентифікувати динамічні образи без попереднього їх перетворення у вектор ознак. Такого типу НМ виконують багато завдань, можуть здійснювати розпізнавання із передбаченням та мають простий курс навчання [3].

У доповіді описується метод розпізнавання багатовимірних сигналів за допомогою спайкінгових НМ, структури і моделі нейронних елементів і мережі загалом, а також наводяться результати комп'ютерного моделювання. Особливо важливим є процес навчання спайкінгових НМ, тому що тільки вихідні (зчитувальні) нейрони мережі повинні бути навчені. Показано, що алгоритми, які використовуються для навчання, включають дельта-правило, лінійну регресію, p -дельта-правило, алгоритм зворотного поширення та інші. Обчислення виконуються на цифровому процесорі згідно послідовності дій за певним алгоритмом.

Також показано, що можливо здійснювати навчання і без використання цифрових процесорів для виконання обчислювальних операцій. Таке навчання здійснюється за допомогою спеціальних схемотехнічних засобів, які змінюють вагу синаптичних зв'язків нейронних елементів, що є також важливим компонентом апаратної реалізації НМ. Тут схеми можуть використовувати електронні та оптоелектронні компоненти, що переналаштовуються, для зміни вагових коефіцієнтів зв'язків вихідних нейронів.

Таким чином, у процесі зазначених досліджень нейроморфних інтелектуальних систем для розпізнавання БІС, на основі спайкінгових НМ, була визначена і обґрунтована низка переваг. Зокрема, по-перше, на розпізнавання одночасно подаються динамічні сигнали без розділення у часі або просторі та без попереднього запам'ятовування; по-друге, спрощення процесу навчання, тобто тут лише вихідні нейрони навчаються, а не всі нейрони мережі; а також навчання нейронної мережі здійснюється за допомогою схемотехнічних засобів, а не складних обчислювальних процедур; по-третє, спрощення системи, тобто оптоелектронні нейронні елементи з однаковою полярністю сигналів для збуджувальних і гальмівних імпульсів дозволяють зменшити кількість нейронів; по-четверте, маємо підвищення швидкодії у процесі розпізнавання сигналів нейронних мереж.

Список використаних джерел:

1. Колесницький О. К. Принципи побудови архітектури спайкових нейрокомп'ютерів / О. К. Колесницький // Вісник Вінницького ПІ. – 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.