

## Математична модель нейрона на принципах паралельної порогової обробки інформації

Тетяна Мартинюк, Антоніна Буда, Андрій Кожем'яко, Тетяна Васильєва, Віра Козлова

Вінницький державний технічний університет  
21021, Вінниця, Хмельницьке шосе, 95  
Тел.: (0432) 325718. Факс: (0432) 465772  
E-mail: laser@lili.vstu.vinnica.ua

New way to organization of function principle of neuron as basis element of multilayer neural networks is suggested. The principles of multioperand summation of number array with using difference slices are laid to the basis of mathematical model of neuron. The possibility of combined execution two operation-multioperand summation and comparison partial sums with given threshold of processing is shown.

забезпечує інформаційний прийом у багатопаралельній нейронній мережі. У загальному випадку він реалізує порогову функцію виду:

$$S = \sum_{i=1}^m x_i w_i \geq p, \quad (1)$$

де  $x_i$  – вхідні величини,  $w_i$  – ваги,  $p$  – поріг обробки.

Двовходова структура, що моделює нейрон із найпростішою пороговою функцією (1), показана на рис. 1а. Аналіз цієї структури свідчить про те, що найбільш витратними за часом та складністю є операції підсумовування та порівняння. Разом з тим, треба відзначити, що у даному випадку зовсім не важливим є визначення абсолютної величини суми  $S$ , оскільки значення має лише факт рівності або перебільшення суми  $S$  над порогом  $p$ . Отже послідовний процес, що полягає у формуванні спочатку суми  $S$ , а потім у порівнянні двох величин  $S$  і  $p$ , більш властивий формалізованому процесу, що реалізується у примітивному обчислювачі з архітектурою фон Неймана. Відомо, що процеси обробки інформації у коркових зонах мозку людини мають розподілений просторово-часовий характер, причому замість підсумовування сигналів використовується їх накопичення із порівнянням. Таким чином, більш природним для людини можна вважати суміщення у часі таких двох операцій, як підсумовування зважених сигналів і порівняння їх суми із заданим порогом обробки. Такий підхід можливий, якщо підсумовування масиву чисел виконувати за методом формування різницевого зрізів (РЗ). В основу цього методу покладено принцип паралельної порогової обробки інформації, який був розроблений стосовно паралельного додавання тривалостей групи часових інтервалів [1]. Суть методу полягає в тому, що в якості внутрішнього порогу  $q$  обробки у кожному циклі визначається величина, що дорівнює найменшому значущому доданку у поточному масиві чисел, тому значення порогу  $q$  у процесі обчислення змінюється. Процес формування суми масиву вхідних чисел закінчується тоді, коли остаточний масив доданків не містить додатних чисел. Сума формується за виразом

### Вступ

Відомо, що найбільшу ефективність при реалізації задач інтелектуального рівня, тобто задач, що пов'язані з аналізом та розпізнаванням зображень, забезпечують алгоритми, що використовують методи сприйняття та обробки інформації, подібні до нейробіологічних, властивих людині. Моделювання процесів паралельної обробки у нейронних і нейроподібних мережах дозволяє у деякій мірі наблизитись до відтворення тих підходів, на яких базуються процеси відображення та аналізу образів у корі головного мозку людини. Разом з тим, значні досягнення у розвитку інтелектуальних технологій, що обумовлюють поширене використання програмуємих логічних ІС (ПЛІС), та інтенсивні дослідження і розробки тривимірних оптичних ІС (3-D ОІС), знаходять своє запровадження для створення та моделювання нейрокомп'ютерів та нейронних систем.

Отже, задачі, що пов'язані з розробкою алгоритмів та структур для синтезу адаптивних систем, являються актуальними, особливо в області створення високопродуктивних нейронних мереж з можливостями навчання і самонавчання, які спрямовані на розв'язання задач "інтелектуального" рівня.

### Особливості моделі нейрона

Розглянемо структуру та функціональні можливості нейрона, як елемента шара, що

$$S = \sum_{j=1}^N S_j = \sum_{j=1}^N q_j \cdot b_j, \quad (2)$$

де  $S_j$  - часткова сума, що формується у  $j$ -му циклі;  $q_j$  - поріг обробки у  $j$ -му циклі;  $b_j$  - кількість доданків у масиві  $j$ -го циклу, що містять поріг  $q_j$ ;  $N$  - кількість циклів.

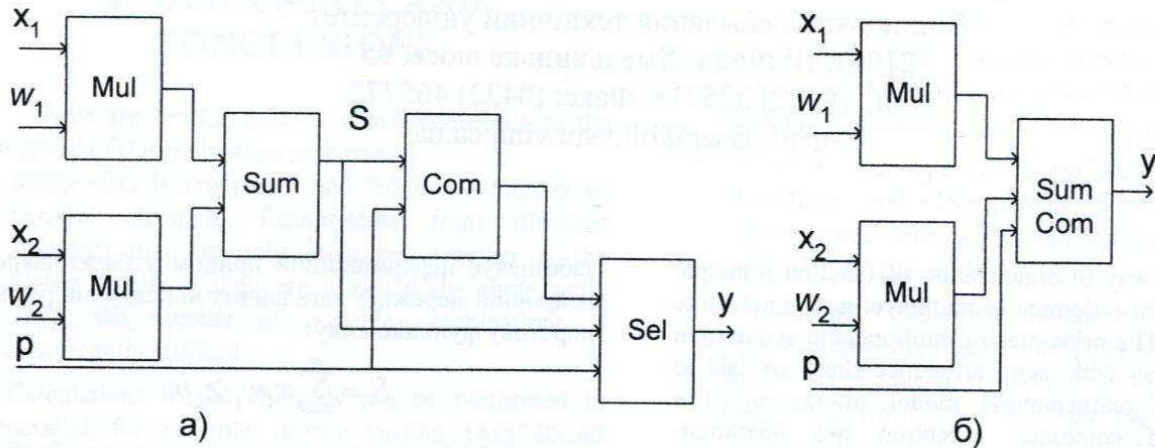


Рис. 1

Слушність виразу (2) доведена рядом теорем [2]. Серед особливостей цього методу необхідно відзначити його універсальність (як для аналогових, так і для цифрових даних), багатооперандність, а також перспективність реалізації на оптоелектронній елементній базі з використанням специфічного логіко-часового кодування інформації

Перевагою даного методу паралельної обробки інформації можна також вважати перспективність його реалізації на систолічній структурі.

Можливість представлення остаточного результату  $S$  як суми часткових сум по всіх циклах обробки дозволяє виконати такі перетворення

$$\begin{aligned} p - (S_1 + S_2 + \dots + S_N) = \\ = (\dots((p - S_1) - S_2) - \dots - S_N) \leq 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Таким чином, у кожному циклі обробки необхідно сформувати різницю вигляду

$$\Delta_j = \Delta_{j-1} - S_j, \quad j = \overline{1, N} \quad (4)$$

де  $\Delta_0 = p$ , і визначити виконання умови

$$\Delta_j \leq 0.$$

Отже, можливе суміщення у часі виконання двох операцій протягом кожного циклу обробки, а саме, порівняння часткової суми  $S_j$  із порогом  $p$  (4) і формування часткової суми  $S_{j+1}$  у наступному ( $j+1$ )-циклі. Процес обробки у такому випадку набуває вигляду конвеєрного обчислення як часткових сум  $S_j$ , так і величин  $\Delta_j$ . Поява одиничного сигналу у на

виході схеми нейрона свідчить про виконання умови (1). На рис. 1б показана схема, що моделює нейрон за виразом (3). Так само, як і алгоритми паралельного підсумовування з використанням РЗ, запропонований алгоритм порогової обробки масиву чисел (3) може бути реалізований на лінійному систолічному масиві [4].

## Висновок

Особливості способу паралельного підсумовування масиву чисел на принципах РЗ дозволяють організувати для реалізації у неронних структурах порогову обробку даних, яка в деякій мірі використовує принципи, властиві нейрологічній обробці інформації.

## Література

1. Свечников С.В., Кожемяко В.П., Тимченко Л.И. Квазиимпульсно-потенциальные оптоэлектронные элементы и устройства логико-временного типа. - К.: Наук. Думка, 1987.-256 с.
2. Кожемяко В.П. и др. Параллельная обработка изображений. - Ужгород: Изд-во Ужгород. гос ун-та, 1993. - 89 с.
3. Parallel transformation / L. Timchenko, M. Grudin, T. Martyniuk, A. Kozhemyako // УсуМ. - 1999. - №5. С. 93-95.
4. Тимченко Л. И., Мартынюк Т.Б., Загоруйко Л. В. Подход к организации многоуровневой схемы систолических вычислений // Электрон. моделирование. - 1988. №5. - С. 33 - 42.