

## РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ФОРМАЛЬНОГО НЕЙРОНА ПАРАЛЕЛЬНО-ВЕКТОРНОГО ТИПУ

Сивак М.М.

*Тернопільський національний економічний університет, магістрант*

### I. Постановка проблеми

В сучасних умовах розвитку інноваційних технологій у всіх галузях і сферах діяльності людини широко впроваджують штучні нейронні мережі, які потребують високих технічних характеристик. Основним компонентом, який найбільше впливає на характеристики штучних нейронних мереж, є нейронний елемент [1].

### II. Мета роботи

Метою дослідження є аналіз та розробка моделі формального нейрона паралельно-векторного типу.

### III. Аналіз та розробки моделі формального нейрона паралельно-векторного типу

Особливістю моделей формального нейрона паралельно-вертикального типу є надходження вхідних даних  $X_j$  і вагових коефіцієнтів  $W_j$  ( $j=1, \dots, N$ , де  $N$  – кількість даних і вагових коефіцієнтів) паралельно розрядними зрізами та видача результату порозрядно. Вхідні дані  $X_j$  та вагові коефіцієнти  $W_j$  у розрядному вигляді записуються так:

$$W_j = \sum_{i=1}^n 2^{-i} w_{ji}, \quad X_j = \sum_{i=1}^n 2^{-i} x_{ji} \quad (1)$$

де  $w_{ji}, x_{ji}$  – значення  $i$ -х розрядів  $W_j$  і  $X_j$ ,  $n$  – розрядність коефіцієнтів і даних.

У моделі формального нейрона паралельно-вертикального типу здійснюється перетворення за формулою:

$$y_i = f_{(p-s)}(f_a(\sum_{j=1}^N W_j X_j)) = f_{(p-s)}(f_a(\sum_{i=1}^n 2^{-i} \sum_{j=1}^N W_j x_{ji})) = f_{(p-s)}(f_a(\sum_{i=1}^n 2^{-i} \sum_{j=1}^k P_{ji})) = f_{(p-s)}(f_a(\sum_{i=1}^n 2^{-i} P_{Mi})), \quad (2)$$

де  $P_{ji}$  –  $ji$ -ий частковий результат,  $P_{Mi}$  –  $i$ -ий макрочастковий результат,  $f_a$  – функція активації,  $f_{p-s}$  – паралельно-послідовне перетворення [2].

Моделі формального нейрона паралельно-вертикального типу залежать від:

1. Способу надходження даних:
  - паралельним порозрядним надходженням вхідних даних  $X_{ji}$  і вагових коефіцієнтів  $W_{ji}$ ;
  - почерговим паралельним порозрядним надходженням вхідних даних  $X_{ji}$  і вагових коефіцієнтів  $W_{ji}$  з використанням мультиплексуваних шин  $w_{ji}/x_{ji}$ ;
2. Формування для кожного розрядного зрізу часткових результатів  $P_{ji}$ :
  - з прямим формуванням;
  - на базі попередніх обчислень.
3. Формування макрочасткових результатів  $P_{Mi}$ :
  - з прямим формуванням;
  - на базі попередніх обчислень (табличне).
4. Характеру налаштування вагових коефіцієнтів  $W_j$ :
  - постійні;
  - змінні.

Модель формального нейрона паралельно-вертикального типу з використанням мультиплексування шин. Модель формального нейрона паралельно-вертикального типу з використанням мультиплексування шин  $w_{ji}/x_{ji}$  аналітично записується так:

$$y = f_{(p-s)}(f_a(f_Z(f_{P_{Mi}}(f_{P_{ji}}(f_{(s-p)}(w_{ji}, x_{ji})))))), \quad (3)$$

де  $y$  – вихід результату;  $f_{(p-s)} : R^n \rightarrow R^1$  – функціонал паралельно-послідовного перетворення;  $f_a$  – функція активації;  $f_Z$  – підсумовування макрочасткових результатів у відповідності до формули  $Z_i = 2^{-i} Z_{i-1} + P_{Mi}, Z_0 = 0$ ;  $f_{P_{Mi}}$  – формування макрочасткового результату у відповідності з формулою

$P_{Mi} = \sum_{j=1}^N P_{ji}$ ;  $f_{pji}$  – формування часткових результатів у відповідності з формулою  $P_{ji} = W_j x_{ji}$ ;

$f_{(s-p)} : R^1 \rightarrow R^n$  – оператор послідовно-паралельного перетворення [3].

Структура моделі формального нейрона паралельно-вертикального типу з використанням мультиплексування шин, яка реалізує вираз (3), наведена на рис. 1.

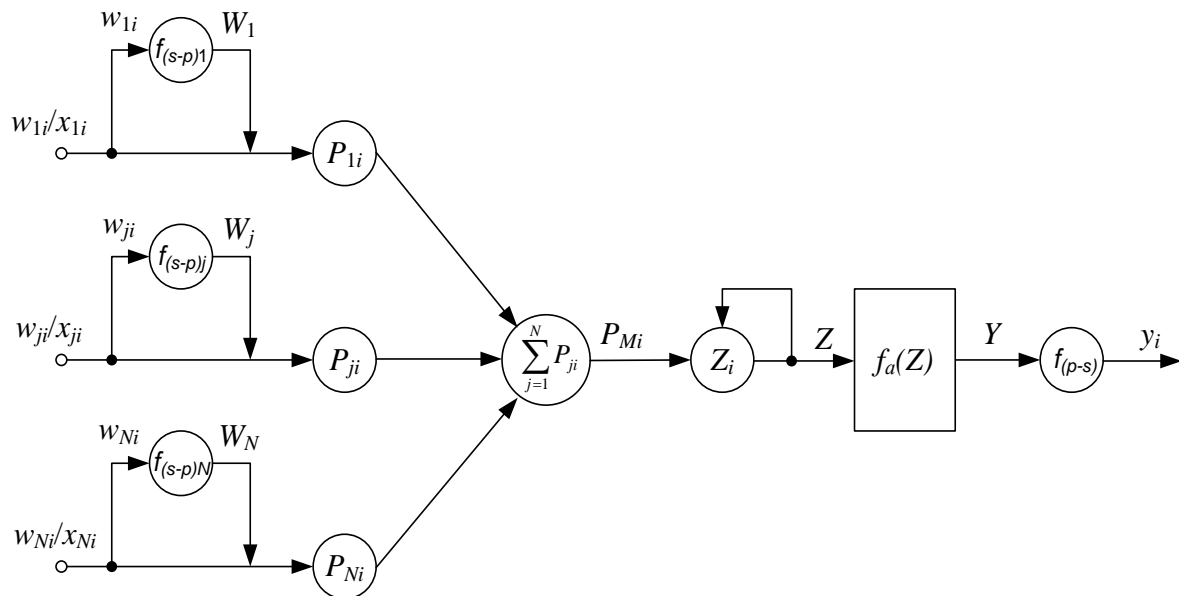


Рисунок 1 - Модель формального нейрона паралельно-вертикального типу з використанням мультиплексування шин

Основними компонентами даної моделі є: послідовно-паралельні перетворювачі  $f_{(s-p)_j}$ , формувачі часткових результатів  $P_{ji}$ , багатовходовий суматор  $P_{Mi} = \sum_{j=1}^N P_{ji}$ , підсумовувач макрочасткових результатів  $Z_i = 2^{-1} Z_{i-1} + P_{Mi}$ , обчислювач функції активації  $f_a(Z)$  і паралельно-послідовний перетворювач  $f_{(p-s)}$ .

### Висновок

Отже, впроваджуючи штучні нейронні мережі у розвиток інноваційних технологій, які використовуються у всіх галузях і сферах діяльності людини, можна прийти до висновку, що найбільш впливовим компонентом є технічні характеристики нейронного елемента.

### Список використаних джерел

1. Хайкін С. Нейронні мережі / Пер. з англійської - М.: Вільямс, 2006. - 1104 с.
2. Руденко О.Г., Бодянский Є.В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. - 404 с.
3. Круглов В.В., Борисов В.В. Штучні нейронні мережі. Теорія і практика - М.: Гаряча Лінія-Телеком, 2002 - 382 с.