

Обчислення скалярного добутку у даному пристрої здійснюється за два етапи. На першому етапі за допомогою блоку БПО виконуються попередні обчислення. Дані обчислення суміщені з процесом введення множених  $A_j$  починаючи з молодших розрядів  $A_j$ . Результати попередніх обчислень та вхідні дані запам'ятовуються у блоках пам'яті БП.

На другому етапі в кожному  $i$ -у такті ( $i=1, \dots, n$ )  $i$ -ті розряди множників  $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}$  записуються в регістр РгЗр. Інформація з даного регістру керує формуванням групових часткових добутків у відповідності до формули . Сформовані групові часткові добутки  $P_{i,si}$  надходять на багатовходовий суматор БСм, на виході якого формується макрочастковий добуток  $P_i$ , який записується у регістр РгМЧД. Сформований макрочастковий добуток  $P_i$  додається до попередньо накопиченої суми, зсунутої на один розряд вправо.

### Висновок

Основними етапами синтезу нейроелемента є: вибір та розробка методів і алгоритмів обчислення скалярного добутку та функції активації; визначення основних параметрів апаратних засобів; перехід від алгоритму до узгодженої паралельної структури.

### Список використаних джерел

1. Нейроподібні методи, алгоритми та структури обробки сигналів і зображень у реальному часі: Монографія / Ю.М. Рашкевич, Р.О. Ткаченко, І.Г. Цмоць, Д.Д. Пелешко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. -256 с.
2. Цмоць І., Скорохода О., Ігнатев І. Синтез компонентів апаратних паралельних нейромереж вертикально-групового типу.
3. А.В. Палагин, В.Н. Опанасенко. Реконфигурируемые вычислительные системы. – К.: Просвіта, 2006. - 280с.

УДК 681.3

## АЛГОРИТМИ ТА АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ВЕРТИКАЛЬНО ПАРАЛЕЛЬНОГО СОРТУВАННЯ ЧИСЕЛ

Ігнатєв І.В.<sup>1)</sup>, Черпак О.О.<sup>2)</sup>, Карпінєць Р.М.<sup>3)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет,*

*<sup>1)</sup>викладач, <sup>2)</sup>магістрант*

*<sup>3)</sup> Національний університет «Львівська політехніка», студент*

### I. Постановка проблеми

Основною операцією сортування масивів даних є порівняння двох чисел [1, 2]. Кількість одночасно виконуваних попарних порівнянь визначає швидкодію пристроїв сортування чисел (ПСЧ), яка завдяки симетрії більшості алгоритмів сортування чисел, може бути різною. Залежно від структури алгоритму, який реалізується, та вимог задачі можуть бути синтезовані різні структури ПСЧ, які відрізняються як організацією процесу сортування, так і за технічними параметрами. При сортуванні чисел в реальному масштабі часу структура ПСЧ визначається інтенсивністю надходження даних  $P=kF_d$ , де  $k$  – кількість каналів надходження даних;  $F_d$  - частота надходження даних. В ПСЧ кількість каналів надходження даних  $k$  може бути від одного до  $m$ , де  $m$  – розмір масиву, який необхідно відсортувати. Для сортування чисел, які надходять одночасно  $m$  каналами, у реальному масштабі часу переважно застосовують паралельні одноктактні та конвеєрні ПСЧ.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка алгоритму та апаратно-програмних засобів вертикально паралельного сортування чисел.

### III. Виклад основного матеріалу

Сортування підрахунком передбачає порівняння кожного  $x_j$  числа масиву  $\{x_j\}_{j=1}^m$  з всіма іншими числами. Паралельний алгоритм сортування підрахунком виконується у два етапи. На першому етапі, шляхом одночасного попарного порівняння кожного  $x_j$  числа з усіма іншими числами масиву, визначається кількість чисел більших  $Q_{j0}$  і менших  $Q_{jm}$  числа  $x_j$ . Таке обчислення виконується за формулами:

$$Q_{j\bar{0}} = \sum_{k=1}^{m-1} y_{jk1}, \quad Q_{jm} = \sum_{k=1}^{m-1} y_{jk2}, \quad (1)$$

$$Y_{jk} = \begin{cases} 00, & \text{коли } x_j = x_k \\ 01, & \text{коли } x_j > x_k \\ 10, & \text{коли } x_j < x_k \end{cases}, \quad (2)$$

де,  $Y_{jk}$  – результат порівняння двох чисел;  $y_{jk1}, y_{jk2}$  – перший та другий розряди результату порівняння.

На другому етапі, за результатами порівняння для кожного числа  $x_j$  з іншими числами масиву, визначається кількість однакових чисел та місцезнаходження кожного числа у відсортованому масиві. Кількість однакових чисел у масиві визначається за формулою:

$$g = m - (Q_{j\bar{0}} + Q_{jm}).$$

У відсортованому масиві число  $x_j$  та рівні з ним числа розташовуються на місцях від  $(Q_{j\bar{0}}+1)$  до  $(Q_{j\bar{0}}+g)$ .

Такий алгоритм дозволяє сортування чисел, які надходять як паралельним, так і послідовним кодом, в реальному часі. Використання даного алгоритму для сортування чисел, які надходять послідовним кодом старшими розрядами вперед, забезпечує в кожному  $i$ -у такті роботи, де  $i=1, \dots, n$ ;  $n$  – розрядність чисел, формування  $i$ -х розрядів відсортованих чисел.

Структурна схема пристрою, який апаратно відображає паралельний алгоритм сортування чисел методом підрахунку, наведена на рис.1, де БП і БК – блоки відповідно порівняння та комутації; ФСК – формувач сигналів керування [3].

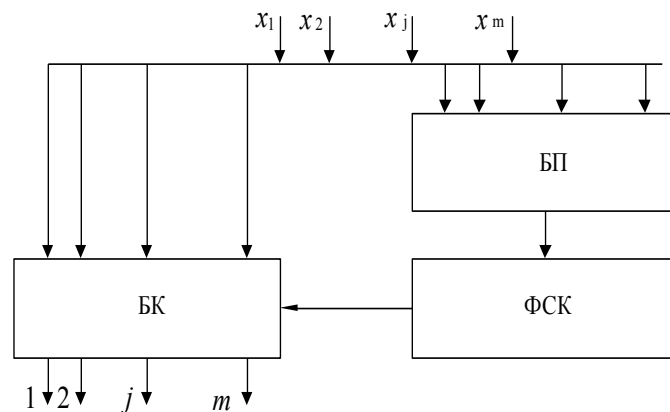


Рисунок 1 - Структурна схема паралельного ПСЧ методом підрахунку

В блоці БП виконується одночасне попарне порівняння кожного  $x_j$  числа з усіма іншими числами масиву. Для виконання одночасного попарного порівняння всіх чисел в склад БП входить  $(m^2-m)/2$  СП, де СП – схема порівняння, яка формує результати порівняння за формулою (2). Результати попарних порівнянь з виходів блоку БП надходять на входи ФСК, структура якого включає: ВФ – вузол формувача; БСм – багатовходовий суматор; Дш – дешифратор.

У ФСК за допомогою БСм<sub>жб</sub> і БСм<sub>jm</sub> для кожного числа  $x_j$  підраховується кількість чисел більших та менших даного числа у відповідності з формулами (1). Результати підрахунку з БСм<sub>жб</sub> і БСм<sub>jm</sub> надходить на входи Дш<sub>жб</sub> і Дш<sub>jm</sub>, які при нулі на входах формують на всіх виходах одиниці, а при числі  $j$  на першому, другому, ...,  $j$ -у виходах нулі при одиницях на інших виходах. Інформація з виходів Дш<sub>жб</sub> і Дш<sub>jm</sub> дозволяє (лог.1) або забороняє (лог.0)

### Висновок

Реалізація ПСЧ у вигляді конвеєра дозволяє підвищити інтенсивність сортування чисел. Включення регістрів на входах ПЕ дозволяє сортувати числа з тактом.

### Список використаних джерел

1. Нейроподібні методи, алгоритми та структури обробки сигналів і зображень у реальному часі: Монографія / Ю.М. Рашкевич, Р.О. Ткаченко, І.Г. Цмоць, Д.Д. Пелешко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 256 с.
2. Цмоць І., Скорохода О., Ігнатів І. Синтез компонентів апаратних паралельних нейромереж вертикально-групового типу.
3. А.В. Палагин, В.Н. Опанасенко. Реконфигурируемые вычислительные системы. – К.: Просвіта, 2006. – 280с.