

ПАРАЛЕЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

Марія Тютюнник

Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України, вул. Наукова, 36, м. Львів, 79060
dept25@iapmm.lviv.ua

Робота присвячена побудові та аналізу схем спеціалізованих обчислювальних структур для реалізації паралельних алгоритмів розв'язання однієї задачі цифрової фільтрації.

Вступ. На даний час перед людством окреслилась низка проблем, успішне вирішення яких потребує подальшого розвитку комп'ютерної техніки. У різних галузях науки виникають складні задачі, що пов'язані з обробкою великих масивів вхідних даних та вимагають виконання значних обсягів обчислень. Тому є потреба покращувати продуктивність існуючих та розробляти нові швидкодіючі архітектури для обчислювальних систем спеціального та універсального призначення [1].

Вагомі досягнення в розвитку технології проектування та виготовлення надвеликих інтегральних схем сприяли виникненню та поширенню таких спеціалізованих обчислювальних засобів, як систолічні [2] та квазісистолічні [3] структури; пристрої, побудовані з використанням однорідних обчислювальних середовищ [4], програмованих логічних інтегральних схем [5] тощо.

Одним із класів задач, розв'язки яких у більшості випадків необхідно одержувати у режимі реального часу є задачі цифрової фільтрації (ЗЦФ). Слід зазначити, що постійно зростає кількість таких задач, зокрема під час обробки сигналів, поліпшення якості зображень для розпізнавання образів, попередньої обробки експериментальних даних тощо.

Очевидно, що для розв'язання ЗЦФ в режимі реального часу застосовують високопаралельні алгоритми, орієнтовані на реалізацію на спеціалізованих обчислювальних структурах.

У роботі [6] ЗЦФ полягала у виконанні деякої кількості перерахунків згладжування масиву значень змінних через рухоме вікно заданого розміру. У цій праці було розроблено оптимальний за швидкодією та використанням пам'яті паралельноконверсний алгоритм (ПКА) для розв'язання одновимірної задачі. Оптимальність було доведено у класі еквівалентних за інформаційним графом алгоритмів.

Формулювання проблеми. Нами розглядається одновимірна ЗЦФ, яка полягає у виконанні S перерахунків згладжування масиву значень змінних

x_i ($i = \overline{1, n}$). Перерахунок значення x_i здійснюється через рухоме вікно розміром $2m_i + 1$ за формулою:

$$x_i = \sum_{s=-m_i}^{m_i} f_s^i * x_{i+s}. \quad (1)$$

Тут вагові коефіцієнти f_s^i ($s = \overline{-m_i, m_i}$) є відомими константами.

Вирішувана нами проблема полягає в розробці та аналізі схем обчислювальних структур для реалізації паралельних алгоритмів розв'язання сформульованої задачі фільтрації. Уточнимо, що ця задача розглядається нами за двох умов, накладених на вагові коефіцієнти.

Побудова та аналіз обчислювальних структур. Раніше [7] для розв'язання сформульованої задачі за умови $f_{-m_i}^i = f_{1-m_i}^i = \dots = f_{-1}^i = f_0^i = f_1^i = \dots = f_{m_i-1}^i = f_{m_i}^i = f^i \quad \forall i : i = \overline{1, n}$, нами був запропонований ПКА, який є подібним до відповідного алгоритму із [6] і задає виконання n зсунутих між собою паралельних гілок з їх синхронізацією через кожну операцію. Цей алгоритм зорієнтований на реалізацію на квазисистолічній обчислювальній структурі (КСОС) [8], яка є сукупністю функціональних елементів, кожен із яких реалізує одну із операцій: додавання, множення або транспортування даного. Зауважимо, що КСОС у даному разі повністю відповідає потактовій схемі ПКА. У цій обчислювальній структурі дозволяється передача даних з однієї інстанції одразу в декілька точок прийому. Тобто, відмова від повної локальності зв'язків дозволяє розпаралелити окремі фрагменти обчислень.

У випадку, коли вагові коефіцієнти у формулі (1) є різними, нами розроблено ПКА, що задає виконання n пар зсунутих між собою паралельних гілок з їх синхронізацією через кожну операцію. При цьому у кожній i -й парі гілок на кожному такті одночасно із сумуванням здійснюється "підготовлення" наступного доданку, тобто множення на відповідний ваговий коефіцієнт. Очевидно, що для реалізації такого ПКА на кожному такті знадобиться принаймні ще один процесорний елемент.

У цій праці для реалізації ПКА перерахунку масиву значень змінних x_i ($i = \overline{1, n}$) за формулою (1) побудовано схеми КСОС при $n = 6$, $m_1 = m_2 = m_4 = 3$, $m_3 = 1$, $m_5 = m_6 = 2$ (див. рис. 1а, 1б). На рис. 1а зображено схему обчислювальної структури для реалізації ПКА за умови, що вагові коефіцієнти є різними для всіх змінних, а на рис. 1б зображено КСОС для випадку, коли набори вагових коефіцієнтів співпадають для змінних з однаковим розміром рухомого вікна. Для побудови наведених структур було використано три типи функціональних елементів з різною конфігурацією зв'язків. Ці елементи реалізують одну із операцій: додавання і транспортування даного, мно-

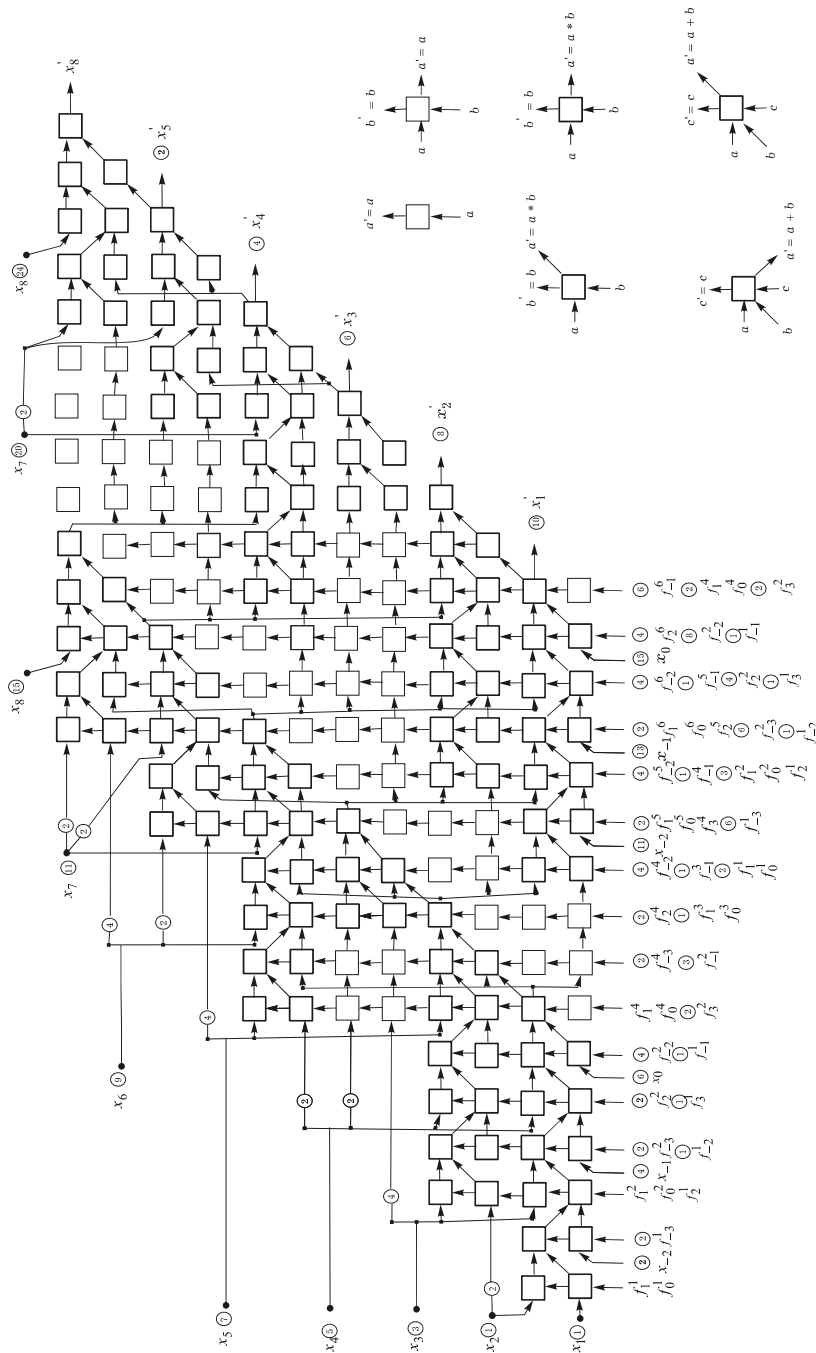


Рис. 1а

ження і транспортування даного та транспортування даного. На обох рисунках подання вагових коефіцієнтів здійснюється знизу, вхідні дані з врахуванням необхідних тактів затримки подаються зліва, перераховані значення отримуюмо справа. На рис. 1а, 1б такти затримки схематично позначені кружечком, всередині якого вказана їх кількість. Детальний аналіз розроблених КСОС показав, що кількість типів функціональних елементів в них суттєво не відрізняється.

Висновок. Нами запропоновано та проаналізовано схеми архітектур спеціалізованих обчислювальних засобів для реалізації високопаралельних алгоритмів цифрової фільтрації в режимі реального часу.

1. *Воеводин Вл. В., Жуматий С. А.* Вычислительное дело и кластерные системы. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 150 с.
2. *Каневский Ю. С.* Систематические процессоры. – Киев: Техника, 1991. – 173 с.
3. *Яджак М. С.* Квасісистоличні обчислювальні структури та їх застосування // Академический вестник. – 2007. – № 20. – С. 53–57.
4. *Тимченко О. В.* Різницеві методи цифрової фільтрації. – Львів: Фенікс, 1999. – 388 с.
5. *Комухаев Э.* Современные тенденции развития ПЛИС и заказных БИС // Электронные компоненты и системы. – 2004. – № 4. – С. 9–13.
6. *Valkovskii V. A.* An optimal algorithm for solving the problem of digital filtering // Pattern Recognition and Image Analysis. – 1994. – 4, № 3. – P. 241–247.
7. *Яджак М. С., Тютюнник М. І.* Оптимальний алгоритм чисельного розв'язування задачі цифрової фільтрації // Тези доп. Міжнар. матем. конф. ім. В. Я. Скоробогатка, Дрогобич, 24–28 вересня 2007 р. – Львів, 2007. – С. 306.
8. *Тютюнник М. І.* Паралельні алгоритми розв'язання задач цифрової та засоби їх реалізації // Матеріали наук.-техн. конф. молодих науковців і спеціалістів ФМІ ім. Г. В. Карпенка НАН України. – Львів, 2011. – С. 206–209.

THE PARALLEL ORGANIZATING OF CALCULATIONS FOR SOME PROBLEM OF THE DIGITAL FILTERING AND PROBLEMS OF THEIRS REALIZATION

The schemes of computer structures for realization of parallel calculation algorithms during solving of digital filtering problems are proposed.