

ФОРМУВАННЯ ВИМОГ І ВИБІР ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ СОРТУВАННЯ МАСИВІВ ДАНИХ

Цмоць І.Г.¹⁾, Кантелюк Ю.М.²⁾

Тернопільський національний економічний університет

¹⁾ д.т.н., професор; ²⁾ магістрант

І. Постановка проблеми

Розвиток інформаційних технологій характеризується розширенням галузей застосування, в значній частині яких вимагається паралельне сортування масивів даних у реальному часі. Забезпечити таке сортування даних можливо спеціалізованими засобами, архітектура яких апаратно відображають структуру алгоритму сортування і орієнтована на НВІС-реалізацію. Реалізація високоефективних спеціалізованих засобів сортування потребує широкого використання сучасної елементної бази, розроблення нових методів, алгоритмів і НВІС-структур. Режим реального часу та НВІС-реалізація алгоритмів сортування з високою ефективністю використання обладнання забезпечується розпаралелюванням і конвеєризацією процесів сортування, апаратним відображенням структури алгоритмів у архітектуру, яка адаптована до інтенсивності надходження потоків даних. Орієнтація структури засобів сортування на НВІС-реалізацію вимагає зменшення кількості виводів інтерфейсу та реалізацію алгоритмів на базі однотипних процесорних елементах (ПЕ) з регулярними та локальними зв'язками. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває проблема вибору ефективних методів і алгоритмів сортування масивів даних, орієнтованих на НВІС-реалізацію [1-4].

ІІ. Мета роботи

Метою дослідження є формування вимог і вибір принципу побудови апаратних засобів сортування з високою ефективністю використання обладнання.

ІІІ. Вимоги і принципи побудови апаратних засобів сортування масивів даних

Аналіз методів паралельного сортування масивів даних показує [1-4], що для апаратної реалізації найбільше підходять методи сортування чисел підрахунком, витісненням, вставкою та злиттям. Порівняння даних методів показує, що алгоритми реалізації методу паралельного сортування даних злиттям, у порівнянні з алгоритмами, які реалізують інші методи, є більш структурованими, однорідними і орієнтованими на паралельно-конвеєрну реалізацію у вигляді НВІС. В основі алгоритмів сортування методом злиття лежить базова операція об'єднання двох або більше упорядкованих масивів у один упорядкований масив. Апаратна реалізація базової операції об'єднання трьох і більше упорядкованих масивів в один упорядкований є складною і вимагає значних апаратних затрат. Простішою є базова операція об'єднання двох упорядкованих масивів в один упорядкований масив, тобто двошляхове злиття.

Однією з найширше розповсюджених вимог, що ставиться до засобів паралельного сортування масивів даних є забезпечення високої швидкодії. Подібна проблема виникає, як правило, при використанні таких засобів для сортування інтенсивних потоків масивів даних в реальному часі

Крім того, такі засоби повинні мати високу ефективність використання обладнання, яка враховує кількість виводів інтерфейсу, зв'язує продуктивність з витратами обладнання та дає оцінку елементам (вентилям) за продуктивністю.

Однією з умов досягнення високої ефективності використання обладнання при сортуванні масивів даних у реальному часі є виконання такої умови:

$$P_d \leq D_c,$$

де $P_d = kn_k F_d$ - інтенсивність надходження вхідних даних, $D_c = \frac{sn_s}{T_k}$ - інтенсивністю сортування, k -

кількість каналів надходження вхідних даних, n_k - розрядність каналів надходження даних, F_d - частота надходження даних, s - кількість каналів сортування даних, n_s - розрядність каналів сортування даних; T_k - конвеєрний такт роботи пристрою сортування.

Для НВІС-реалізацій алгоритми сортування повинні бути добре структурованими, орієнтованими на реалізацію на множині взаємозв'язаних ПЕ та забезпечувати детерміноване переміщення даних. Структура та операції, які виконують ПЕ залежить від вимог, що висуваються до

часу сортування. При розробці алгоритмів сортування для НВІС-реалізацій потрібно одночасно враховувати багато взаємопов'язаних факторів. Передусім необхідно, щоб алгоритми сортування були рекурсивними та локально залежними. В рекурсивному алгоритмі всі ПЕ повинні виконувати однакові операції.

Вартість НВІС для паралельного сортування масивів даних в основному залежить від площі кристала, яка визначається як витратами обладнання (кількість транзисторів), так і кількістю зовнішніх виводів, число яких обмежене рівнем технології та розміром кристалу. Орієнтація структур сортування даних на НВІС-реалізацію вимагає зменшення числа виводів інтерфейсу та кількості з'єднань між ПЕ.

Розробку високоефективних засобів паралельного сортування масивів даних можна забезпечити при інтегрованому підході, який охоплює:

- дослідження, розробку методів і алгоритмів паралельного сортування масивів даних великої розрядності;
- розроблення нових структурних і схемотехнічних рішень, орієнтованих на НВІС-технології;
- засоби автоматизованого проектування НВІС, які забезпечать зменшення термінів і підвищать якість проектування.

Для забезпечення високої ефективності використання обладнання при розробленні НВІС-структур для сортування масивів даних у реальному часі пропонується використовувати такі принципи [2]:

- розпаралелення процесу сортування даних;
- спеціалізації та адаптації апаратних засобів до структури алгоритмів сортування та інтенсивності надходження даних;
- однорідності ПЕ та регулярності зв'язків між ними;
- узгодженості інтенсивності сортування з інтенсивністю надходження даних.

Для оцінки обчислювальних і структурних характеристик алгоритмів сортування даних використовується їх подання у вигляді функціонального графу $F=(\Phi, \Gamma)$, де $\Phi=\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n\}$ – множина функціональних операторів, Γ – закон відображення зв'язків між операторами. Функціональний граф алгоритму відображає послідовність і взаємну залежність функціональних операторів. Графічно функціональний граф алгоритму відображається у вигляді вершин, що відповідають операторам алгоритму Φ_i та дуг, які відображають зв'язки між операторами. Складність функціональних операторів Φ_i визначається як структурними одиницями інформації, так і складністю виконуваних операцій. Таке подання алгоритму не в повній мірі відображає просторово-часові залежності між функціональними операторами.

Виявити паралелізм алгоритму сортування даних, управляти ним для знаходження оптимальних просторово-часових рішень забезпечує подання функціонального графу в ярусно-паралельній формі (ЯПФ). При такій формі подання алгоритму здійснюється розподіл всіх його функціональних операторів Φ_i за ярусами таким чином, що в j -у ярусі розміщені функціональні оператори, які залежать хоча б від одного функціонального оператора ($j-1$) – о ярусу і не залежать від операторів наступних ярусів. В середині ярусу функціональні оператори між собою не мають з'єднань.

Висновок

Розроблення високоефективних паралельних НВІС - структур для сортування інтенсивних потоків даних у реальному часі найдоцільніше здійснювати при інтегрованому підході, який охоплює методи, алгоритми, структури і НВІС - технологію та враховує особливості конкретного застосування.

Список використаних джерел

1. Кнут Д. Искусство программирования, том 3: Сортировка и поиск, 2-е изд. - М., 2000.-832с
2. Лорин Г. Сортировка и системы сортировки. – М. : Мир. 1983. – 384 с.
3. Макконелл Дж. Основы современных алгоритмов. Изд. 2 доп. М.: Техносфера, 2004. — 368 с.
4. Мельничук А.С., Луценко С.П., Громовий Д.С., Трофимова К. В. Аналіз методів сортування масиву чисел. Технологический аудит и резервы производства - №4/1(12), 2013. – С. 37-40.