

ЗАГАЛЬНА МОДЕЛЬ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Національний авіаційний університет

Gamayun@nau.edu.ua

Вступ

Дослідження по підвищенню продуктивності комп'ютерних засобів є одними з головних у Computer Science. Актуальним залишається розв'язання питання: який принцип є найбільш продуктивним, за якими положеннями слід будувати структури пристроїв та вузлів спецпроцесорів та процесорів універсального призначення, кластерів та систем, мереж обчислювачів.

Постановка проблеми та загальна модель обчислень

Для вибору напрямку досліджень було вибрано фундаментальну класифікація Фліна, що об'єднує потік команд та потік даних. За основу організації було вибрало три основні типи:

1. класичний паралельний тип – як набір автономних процесорних (активних) елементів;
2. векторно-конвеєрний тип – система конвеєрних та векторних елементів;
3. багатооперандний тип – структура, в якій основу складає операційний елемент з небінарними входами.

Серед відомих напрямів багатооперандна структура досліджувана як альтернативна, яка базується на наступних положеннях [1]:

- структурною одиницею обробки є набір операндів, що одночасно спрямо-

вуються на входи багатоопераційного елемента;

- час перетворення даних у результат визначається як неподільний операційний цикл;
- керуюча інструкція, що спрямовується на операційний елемент, визначається як багатомісна операція (макрооператор);
- макрооператори можуть бути одно типові та різнотипові.

На підставі аналізу типових алгоритмів тестування комп'ютерних засобів запропоновано декілька масивів даних для перетворення в результат. Потоки команд та даних вважались відповідними. З іншого боку – структурного забезпечення – пропонувалось для реалізації структура масового паралелізму з процесорними елементами з різними можливостями по кількості операндів на вході.

Кількість операндів на вході: два, чотири, вісім, шістнадцять.

Блок аналізатора фіксував процент застосування процесорних елементів та можливе прискорення при відповідному типу останніх.

Основним об'єктом дослідження були масиви даних типу $C = \sum_{i=1}^m A_i$, де A_i операнди.

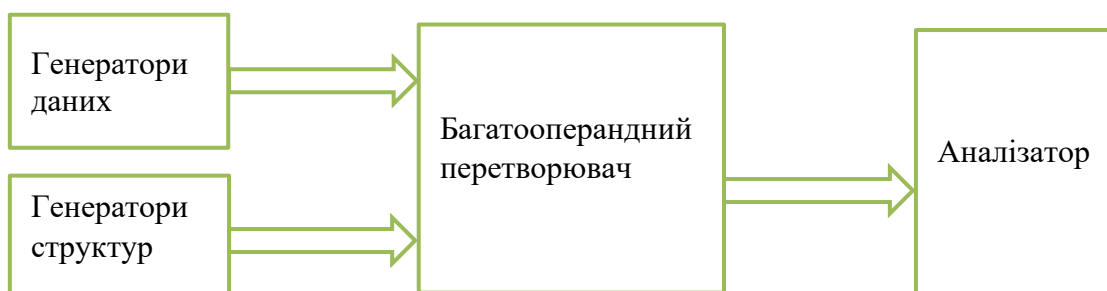


Рис. 1. Модель дослідження

Головні висновки по моделюванню багатоперандних структур полягають в наступному:

багатооперандна обробка має великий потенціал при обробці даних:

алгоритми мають бути перетворені в багатооперандні краще, ніж при розпаралелюванні;

існує апарат прискорення послідовних алгоритмів;

По результатах моделювання в блоці аналізу отримані дані, що підтверджують збільшення продуктивності структури за формулою

$$S \leq n/(n-p),$$

де n – послідовна частина програми, p -багатооперандна частина програми.

Треба зазначити ще одну вагому тенденцію у розвитку високопродуктивних засобів. Основними діями є такі які не базуються на арифметичних операціях а є результатом розпізнавання структур даних певного типу, та перетворення їх у числову форму. Такі методи мають назву квазіграфічних методів багаторядних кодів [2]. Обробка багаторядних кодів як складних структур даних реалізується у задачах цифрової обробки сигналів та зображень, задачах лінійної алгебри та інших. Перетворення багаторядного коду який визначається як сукупність додатків $A_1 A_2 A_3 A_4 \dots A_m$ що задовольняють рівнянню типу $S = \sum^m A_i$ де A_i операнди.

Після першого кроку перетворення в кожному розрядному зрізі маємо ущільнений код одиниць:

1
1
.
1
1

Мінімальна кількість розрядів для зображення порозрядної суми у двійковій системі числення визначається як $m = \log_2(m+1)$ Після першого кроку обчислення багаторядного коду такі значення отримують після вирівнювання.

Наприклад, якщо 8 розрядна сітка багаторозрядного коду після першого коку

перетворення має значення 7 8 8 8 8 7 8, що має наступне представлення:

0 1 1 1 1 0 0 1
1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1

та потім виключаючи значення 7 отримаємо код 0 1 1 1 1 0 0 1 (перший код матриці) який додається до табличного значення $7*(1 1 1 1 1 1 1 1)$. Загальний результат додавання 1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 0. Так як у методі застосовано порівняння з графічною фігурою, то метод отримав назву квазіграфічного.

Загальні етапи претворення поквазіграфічному методу виключають традиційне додавання, а основна операція полягає у формуванні матриці одиниць та розпізнавання рівня заповнення такої матриці з кінцевим додаванням залишку:

{Масив даних} → Матриця Даних → Матриця без однакових заповнень → Отаточне додавання.

Час реалізації квазіграфічними методами для практичних задач на рівні 10^{10} операцій.

Слід зазначити про перехід повернення до архітектури з масовим паралелізмом з наступних причин. Вибір альтернативи у організації високопродуктивної обробки між інтенсивними та екстенсивними напрямками розглянемо на застосуванні дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) та швидкого перетворення Фур'є (ШПФ). Відомо, що для ДПФ потрібно $\sim N^3$ операцій, тоді як для ШПФ – $N * \log_2 N$ операцій.

Деякий час перевага в користуванні була за ШПФ, але зараз перевага за ДПФ. Основна причина полягає в ітеративному характері ШПФ. Збільшення потенціального паралелізму у відповідних архітектурах обумовлює перевагу останніх.

Такий же напрям спостерігається і у криптологічних системах при застосуванні так званих довгих арифметик. Для розв'язання відповідних задач застосо-

вують обчислення з простим масовим паралелізмом, ніж складні арифметики для обробки дуже великих по розрядності форматів даних.

Макрооператорний принцип організації обчислювального процесу [3]. Частина або повний алгоритм замінюються макрооператором як нова конструкція на основі наприклад ланцюгових дробів. Для цього пропонується застосування спеціального кодування даних – розрядно-логічного числення, обробка при якому відповідає положенням багатооперандної обробки. Після перетворення складний участок алгоритму або алгоритм в цілому представляє ланцюгову дроб, обчислення якої виконується за кращі показники часу, ніж іншими відомими методами – загальні формули обробки базуються на обчислення конвеєрного типу.

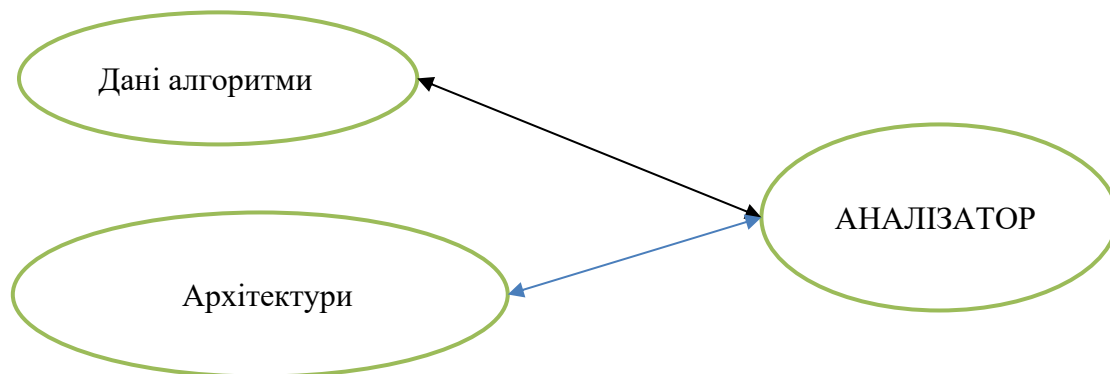


Рис. 2. Загальна модель

Етапи застосування моделі наступні:

1. вибір алгоритмів;
2. перетворення в багатооперандну форму;
3. вибір інших алгоритмів реалізації;
4. моделювання у багатооперандній архітектурі;
5. оформлення висновків та рекомендацій.

Приклад роботи моделі на перетворенні багаторядного коду. Маємо 128 операндний масив. Треба визначити час реалізації 4-х та 8-ми процесорних архітектурах. Модель визначає результат як 4 та 3 такти виконання.

Висновки

Запропонована загальна модель для дослідження організації високопро-

Таким чином, враховуючи позитивні результати досліджень, маємо загальну модель з наступними характеристиками:

- загальна архітектура – система з масовим паралелізмом;
- принцип організації обробки – багатооперандний;
- квазіграфічний метод перетворення;
- макрооператорний підхід – в тому числі ланцюгові дробі;
- застосування екстенсивного на пряму замість інтенсивного (швидкогоітеративного);
- базовий процесорний елемент – багатооперандний (4-8-16) входів;

Загальна схема для дослідження високопродуктивних обчислень враховуючи новітні результати має наступний вигляд:

дуктивних обчислень. Багатооперандна обробка є базовою для організації архітектурі з масовим паралелізмом. Масив багатооперандних процесорних елементів реалізує перетворення даних у результат. Новітні методи, що реалізуються в моделі, це квазіграфічна обробка, макрооператорні перетворення на основі ланцюгових дробів розширюють теоретичну базу моделювання.

Література

1. Гамаюн В.П., Данелія Р.Р., Дубінський О.О. Моделювання багатооперандного комп'ютерного середовища // Проблеми інформатизації та управління. – К.: НАУ, 2012. – Вип. 1(37). – С. 36-40.
2. Гамаюн В.П. Квазіграфіческий метод преобразования многорядного кода

// Комп'ютерні засоби, мережі та системи: зб. наук.пр. – К.: Ін-т кібернетики ім.Глушкова НАНУ, 2002. – № 1. – С. 53-57.

3. Гамаюн В.П. Макрооператорная организация вычислительного процесса // Проблеми інформатизації та управління. – К.: НАУ, 2021. – Вип. 67(3). – С. 11-15.

Гамаюн В.П.

ЗАГАЛЬНА МОДЕЛЬ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Запропонована модель для дослідження організації високопродуктивних обчислень. Модель орієнтована на архітектури з масовим паралелізмом, головною є організація багатооперандної обробки. Процесорні елементи забезпечують небінарну обробку даних за один операційний цикл. Модель забезпечує також квазіграфічну обробку, що реалізує обчислення результату як розпізнавання графічного блоку – матрицю ущільненого коду одиниць. Цей метод виключає традиційне додавання, а є альтернативним відомим методам та розширює теоретичні та практичні методи загальної моделі.

Макрооператорні напрямки перетворення алгоритмів дозволяють змінити послідовність виконання частини програми або повністю програму. Кількість ярусів програми зменшується, тобто продуктивність збільшується, а конвеєризація також збільшує продуктивність.

Результат роботи моделі показує рівні продуктивності які можливо досягнути при застосуванні архітектури з масовим паралелізмом та багатооперандною обробкою. Реалізація моделі залишається відкритою, бо дозволяють приєднувати нові методи обробки та нові архітектури для дослідження.

Ключові слова: багатооперандна обробка, макрооператор на базі ланцюгової дробі, квазіграфічна обробка.

Gamayun V.P.

GENERAL MODEL OF HIGH PERFORMANCE COMPUTING

The manual model for high velocity processing is proposed. Model is oriented multioperand processing in massive architecture. The processing elements is n onbinar type. The cvazigrafcal processing is new method to increasing multioperand processing

Macrooperator methods is instrument for changing of program. Velocity realization in this case is increasing with using convertor. The multioperand processing in massive architecture is result the model processing. Model is open system, which can work to additional methods.

Keywords: multioperand processing, macrooperator chain fraction, cvazigrafcal processing.