

РЕАЛІЗАЦІЯ ШВИДКІСНОЇ СИСТЕМНОЇ МАГІСТРАЛІ ДЛЯ ЗАДАЧ РАДІЛОКАЦІЇ

Сучасні завдання радіолокації вимагають наявності обчислювального ресурсу, який характеризується високою продуктивністю і роботою в реальному масштабі часу. Цим вимогам відповідає мультипроцесор, що складається з кластерів, кожен з яких являє собою мультипроцесорну систему, в якій процесори об'єднані системною магістраллю. Кластери зв'язуються між собою комунікаційною структурою, надійність і швидкодія якої не повинна істотно впливати на ефективність роботи всієї системи.

Мультипроцесор за своєю архітектурою відноситься до систем типу МКМД з розподіленою пам'яттю, відповідно до класифікаційної схеми Флінна (Flynn). Процесори автономно виконують різноманітні команди над різними даними, тобто вони є асинхронними системами з децентралізованим управлінням. Синхронізація програмних процесів, які виконуються в системі, досягається або шляхом пересилання повідомлень по комунікаційній структурі, або шляхом звернення до розподілених змінних в загальній пам'яті (іншими словами, можуть мати як розподілену пам'ять, так і пам'ять, що розділяється).

Високопродуктивний мультипроцесор розробляється як розподілена система обробки даних. При цьому його можна розглядати або як слабозв'язану систему, що складається з багатопроцесорних підсистем, кожна з яких містить різні процесорні вузли, або як сильнозв'язану систему з однакових процесорних вузлів. Кожен процесорний вузол містить власне процесор і локальну пам'ять і може вибирати команди з пам'яті і виконувати їх незалежно від інших процесорних вузлів. Іншими словами, мультипроцесор в цілому функціонує як система з множинними потоками команд і даних.

Вибір точки зору на зв'язаність процесорних вузлів і, відповідно, на спосіб побудови комунікаційної структури залежить від рівня і ступеня паралелізму що досягається або бажаного, при вирішенні прикладних задач в такій системі.

Нагадаємо, що інформаційні елементи, якими обмінюються процесори, містять в собі примітиви синхронізації, семафори стану, сигнали переривання, повідомлення змінної довжини, розділені змінні і дані. При цьому, синхронізація роботи процесорів досягається в основному чотирма способами:

- 1) за допомогою розділених змінних;
- 2) за допомогою передачі повідомлень;
- 3) шляхом передачі маркера;
- 4) передачею безперервного потоку чисел.

Для реалізації цих способів використовуємо розділену пам'ять, розділені регістри, зв'язані буфери, шини переривання і комунікаційні структури.

Особливість архітектури мультипроцесора полягає в тому, що процесорні вузли об'єднані в кластери на базі швидкісної системної магістралі, а для об'єднання кластерів необхідна комунікаційна структура з такою швидкодією, яка б не знижувала загальну продуктивність. Співвідношення між швидкодією цієї структури і продуктивністю кластера впливає на ступінь паралелізму, відповідний рівень якого вдається досягти при виконанні задач в мультипроцесорі. Зазвичай виділяють п'ять рівнів паралелізму:

- 1) рівень окремих команд;
- 2) рівень циклів та ітерацій;
- 3) рівень підпрограм і співпрограм;
- 4) рівень кроків завдання і відповідних частин програми;
- 5) рівень незалежних завдань і програм (мультипрограмування).

Незалежні процесорні вузли забезпечують паралелізм на рівні 1, але рентабельність розпаралелювання на рівнях 2 і 3 буде вже залежати від швидкодії комунікаційної структури, що зв'язує процесорні вузли. Що ж стосується рівнів 4 і 5, але вони зазвичай пов'язані з багатозадачним режимом роботи системи і при відображенні завдань на окремі процесори або кластери процесорів не повинні пред'являти особливих вимог до швидкості обміну даними між процесорами.

Таким чином, вимоги до комунікаційних послуг в мультипроцесорі в першу чергу визначаються тим, як здійснюється розпаралелювання виконання завдань на безлічі процесорів.

Якщо накласти додаткову вимогу, що мультипроцесор повинен обробляти дані в реальному масштабі часу з жорсткими тимчасовими обмеженнями, то до можливих методів розпаралелювання завдань повинні бути пред'явлені додаткові вимоги:

- планувальник завдань повинен забезпечувати завершення виконання завдання на певну годину;
- служба передачі повідомлень повинна забезпечувати доставку повідомлень з урахуванням тимчасових обмежень.

Гарантія виконання будь-якої неперіодичної задачі, час виникнення якої заздалегідь невідомо, зумовлюється планувальником для фіксованого числа заздалегідь відомих задач в системі, що складається з сильно пов'язаних однакових процесорів, або методикою динамічного планування на основі алгоритму зв'язування процесів в мережі. Швидка і ефективна служба передачі повідомлень реалізується завдяки застосуванню спеціалізованої операційної системи з розподіленим ядром.

Виконувана програма представляється у вигляді безлічі одночасно виконуваних процесів, які обмінюються даними і синхронізують свою роботу за допомогою відправки повідомлень. Іншими словами, програма розглядається як мережа процесів. Мережа складається з логічних вузлів, в кожному з яких знаходиться підмножина процесів, які з точки зору програміста повинні виконуватися спільно в одному фізичному вузлі.

Кожному процесорному елементу призначається власне адреса в діапазоні від 0 до $P-1$, де P – число процесорних елементів. Комунікаційна структура в цій моделі – це комутатори, пов'язані каналами зв'язку. Кожна допустима установка комутаторів одночасно встановлює кілька паралельних шляхів між входами і виходами структури. Така модель використовується для аналізу перестановки властивості деяких комутаційних структур (кілець, двовимірних решіток і однокаскадних комутаторів) і визначення впливу цих властивостей на розподіл завдань між процесорами з метою мінімізації часу міжзадачного обміну.

Зі сказаного вище випливає, що у разі встановлення з'єднання кластерів в мультипроцесорну систему, використовуємо швидкісне комунікаційне середовище (високошвидкісну системну шину – магістраль), то з логічної точки зору обчислювальне середовище може розглядатися як однорівнева система типу МКМД з сильно пов'язаних процесорних вузлів. Якщо ж пропускна здатність магістралі буде низькою, то обчислювальне середовище розглядаємо як слабо пов'язану систему мікро-ЕОМ.

При побудові обчислювальної системи використовуємо високошвидкісний канал, загальний для всіх процесорів мультипроцесора. Таке технічне рішення зумовлене прагненням мінімізувати витрати на комунікаційне устаткування при збереженні високої пропускної здатності мережі і повної доступності всіх агентів обчислювача.

По виду управління будемо розрізняти високошвидкісні шини з централізованим і з децентралізованим управлінням. При централізованому управлінні повинен існувати спеціально виділений пристрій управління передачею по шині (комунікаційний процесор). При децентралізованому управлінні вирішення конфліктів, що виникають в шині, здійснюється шляхом взаємодії процесорів.

При порівнянні якості комунікаційних послуг, що надаються комунікаційною структурою, обмежимося двома числовими характеристиками середовища - число процесорів (N) і параметр далекодії (a), який визначається за формулою:

$$a = t/B, \quad (1)$$

де t - максимальний час проходження сигналу по передавальному середовищі каналу між будь-якими двома абонентами мережі,

B - середня тривалість передачі повідомлення.

Середня тривалість передачі повідомлення визначається як частка від ділення середньої довжини повідомлень (в бітах) на швидкість передачі сигналів по каналу (в біт / с):

$$B = b/F, \quad (2)$$

при $a \ll 1$ високопродуктивна системна магістраль відноситься до категорії близькодіючих, а при $a \approx 1$, – до категорії далекодіючих.

Комунікаційний процесор забезпечує підключення процесів до високопродуктивної системної магістралі на основі протоколу обміну і доставки повідомлень, якими обмінюються ці процеси. Для процесу, що виконується в одному із кластерів мультипроцесора і потребує зв'язку з іншим процесом, що виконується в іншому кластері, створюємо спеціальний об'єкт – транспортний термінатор. Наявність таких об'єктів необхідно для організації зв'язку з прикладними процесами і обумовлюється традиційною схемою захисту, застосовуваного в мультипрограмних системах.

Швидкісна високопродуктивна шина на основі мікрохвильового з'єднання забезпечує комплексування кластерів в модульну високопродуктивну обчислювальну систему. Мультипроцесор з бездротовою мікрохвильовою шиною обміну має поліпшені характеристики по продуктивності, швидкості обміну даними, обсягом пам'яті, надійності, забезпечення роботи в реальному масштабі часу тощо.

Надавши кожному абоненту в повнозв'язній системі неподілюваний двобічний канал обміну по високошвидкісній шині, ми можемо довести до максимуму пропускну здатність системної магістралі. Сумісність в єдиному середовищі декількох незалежних каналів обміну забезпечується радіотехнічними методами.