

РОЗПОДІЛЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНОМУ МОДЕЛЮВАННІ МЕРЕЖНОГО ДИНАМІЧНОГО ОБ'ЄКТА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Доста М.О., Святний В.А.

Донецький національний технічний університет

Застосування багатопроцесорних ЕОМ для вирішення складних задач стає все більш поширеним явищем. І однією з найскладніших частин при розробці паралельної програми є задача розподілення навантаження. В цій доповіді розглядається розроблена паралельна програма моделювання мережного динамічного об'єкта з розподіленими параметрами (МДОРП), який описує шахтну вентиляційну мережу (ШВМ).

1. МДОРП як об'єкт моделювання

Об'єктом дослідження цієї роботи є ШВМ, топологія якої представляє собою мережний об'єкт [1]. Кожна гілка мережі представляє собою динамічний об'єкт із розподіленими параметрами і описується за допомогою диференціальних рівнянь у часткових похідних. Для виконання моделювання ці рівняння апроксимуються за методом прямих, і в результаті отримується система з кінцевої кількості алгебраїчних та звичайних диференціальних рівнянь. Велика розмірність початкового графа, а також апроксимація кожної гілки на декілька частин з наступним їх моделюванням обумовлюють великий час виконання програми. Саме тому для зменшення часу моделювання має сенс використовувати паралельні комп'ютери [1]. При розробці паралельних програм однією з найскладніших і найважливіших задач є задача розподілення обчислювального навантаження, яка визначає ефективність паралельної програми.

2. Розподілення навантаження при моделюванні МДОРП

Початковий граф, який описує структуру МДОРП можна представити у вигляді графа процесів, вузли якого – це обчислення, необхідні для моделювання кожної гілки, а ребра – обмін даними між гілками. Цей граф буде неорієнтованим графом із зваженими вершинами та ребрами. Вагами будуть обсяг обчислень та кількість передаваних даних відповідно. Приклад переходу від графа топології до графа процесів наведено на рисунку 1.

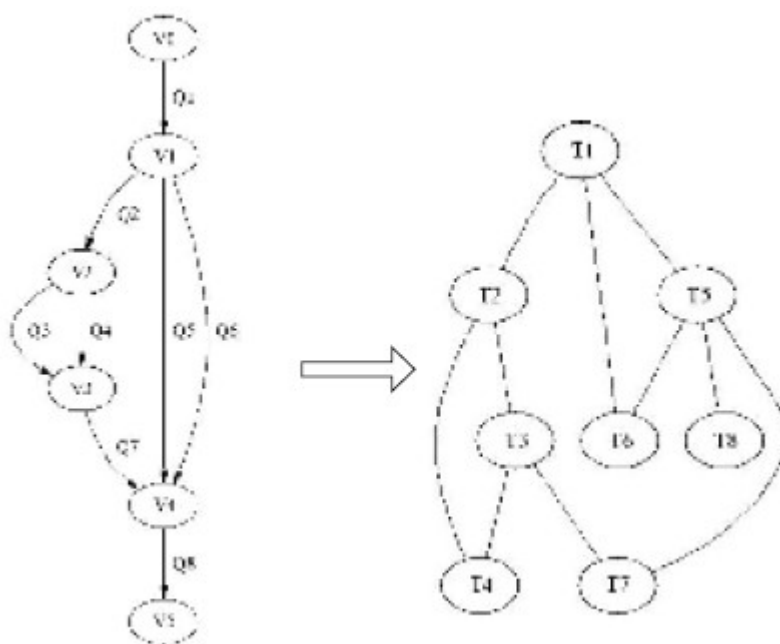


Рис. 1. Приклад переходу від графа топології МДОРП до графа процесів

Надалі вся задача розподілення навантаження зводиться до відображення отриманого графа процесів $AL(T,S)$ на граф процесорних елементів $G(PE,C)$ [2]. Вузли графа процесорних елементів (ГПЕ) представляють собою процесорні елементи, а ребра – наявність ліній зв'язку. Нехай функція f ставить у відповідність кожному вершину графа AL

вершині графа G . І відповідно кожне ребро $e = \{u, v\} \in AL$ відображається на якийсь

$$W_e = (e_1 = \{f(u), v_1\}, e_2 = \{v_2, v_3\}, \dots, e_i = \{v_{i-1}, f(v)\}).$$

. Для визначення ефективності розбивки використовуються два критерії:

$$bal(f) = \max\left\{\sum_{v \in \Gamma, f(v)=p} p(v)\right\} - \min\left\{\sum_{v \in \Gamma, f(v)=p} p(v)\right\} \quad (1)$$

$$cut(f) = \sum_{\substack{e_{p,m} \in S, v_p \in PE_i, \\ v_m \in PE_j, i \neq j}} |e_{p,m}| \quad (2)$$

При ефективному відображенні ці два критерії повинні бути мінімальними. Однак при використанні багатопроцесорних систем із динамічними лініями зв'язку задача відображення зводиться до задачі розбивки графа на декілька рівних частин з мінімальною кількістю ліній зв'язку між частинами. Для вирішення цієї задачі можуть бути використані багаторівневі алгоритми розбивки графів. Після чого кожна гілка МДО представляється у вигляді окремого об'єкта, а для зв'язку об'єктів служать спеціальні матриці маршрутизації, які дозволяють знаходитися об'єктам на різних ПЕ. Тобто об'єкти моделюються однаково на послідовній і на паралельній ЕОМ. Відмінність полягає лише у тому, що коли об'єкти знаходяться на різних ПЕ то для передачі даних використовуються функції інтерфейсу пересилки повідомлень MPI.

3. Експериментальні дослідження

На рисунку 2.а наведено графік залежності показника прискорення від кількості процесорних елементів, а також від сумарної кількості ділянок, на які апроксимується МДОРП за методом прямих. На рисунку 2.б наведені графіки – потоків повітря при моделюванні МДО із 117 гілок за методом Рунге-Кутта 4-го порядку.

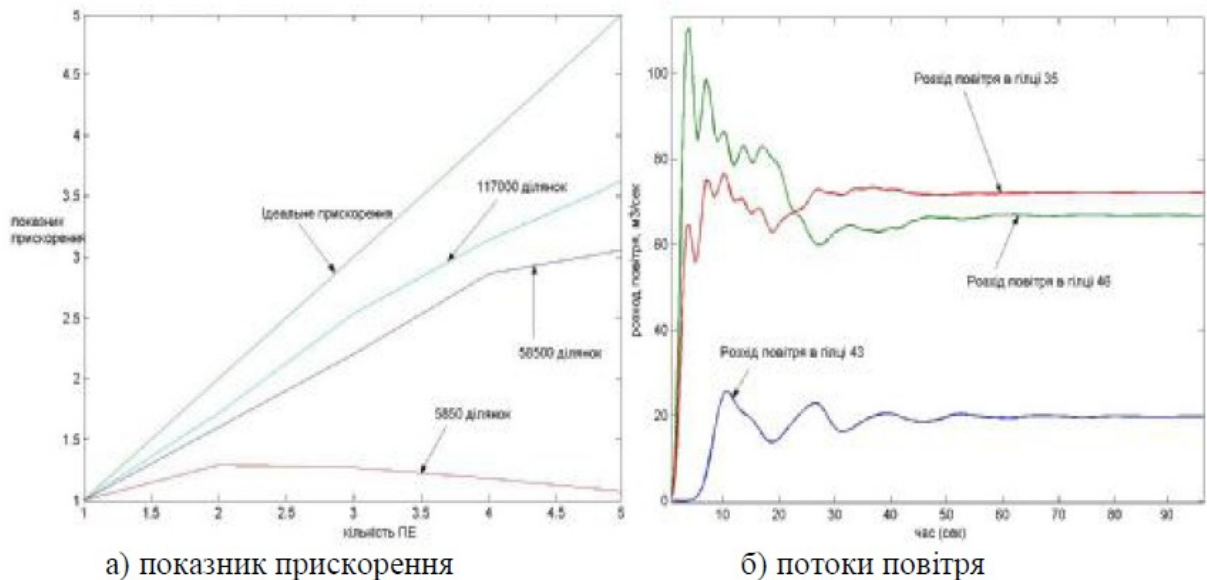


Рис. 2. Графік показника прискорення та потоків повітря

Література

- [1] Абрамов Ф.А., Фельдман А.П., Святный В.А., Моделирование динамических процессов в рудничной аэрологии. – Киев: Наук. думка, 1981. – 284 с.
- [2] Diekmann R., Monien B., Preis R., Load Balancing Strategies for Distributed Memory Machines. – 1997. – 37 p.