

УДК 004.4

АПІОРИЙНИЙ АНАЛІЗ ВІРТУАЛЬНОЇ ПАРАЛЕЛЬНОЇ МОДЕЛІ ДРУГОГО РІВНЯ МЕРЕЖНОГО ДИНАМІЧНОГО ОБ'ЄКТА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Войтов А.В., Святний В.А.

Донецький національний технічний університет

Паралельні обчислювальні системи застосовуються в багатьох галузях, що потребують складних обчислень, оскільки значно підвищують загальну швидкість розрахунку за рахунок можливості паралельно обробляти дані та виконувати команди на багатьох обчислювальних вузлах. Розпаралелювання обчислень базується на розділенні великих завдань на більш прості, менші завдання, що потребують менше часу на виконання та можуть бути виконані одночасно. Обчислювальні вузли, що виконують менші завдання, обмінюються між собою результатами своїх дій та використовують їх для подальшого виконання програми.

Паралельні обчислення – це дуже перспективна галузь, вже зараз вони успішно використовуються в багатьох галузях науки та техніки, оскільки мають значну перевагу над послідовними програмами.

Використання паралельних обчислень доцільне зокрема при дослідженні мережних динамічних об'єктів, до яких можна віднести, наприклад, шахтні вентиляційні системи. Для розрахунку перехідних процесів в вентиляційній системі потрібно розв'язувати систему диференціальних рівнянь; знаходження чисельного розв'язку системи з достатньо великою точністю пов'язане зі значними труднощами та потребує багато часу. Розпаралелювання процесу рішення задачі дозволяє отримати результат за значно менший час.

Існує кілька можливих підходів до розпаралелювання алгоритму розрахунку процесів в мережних динамічних об'єктах з розподіленими параметрами, які також називаються рівнями розпаралелювання. Таких рівнів можна виділити чотири [1]:



Рисунок 1 – Рівні віртуальних паралельних моделей

1. мінімальна зернистість, один процес розв'язує одне рівняння;
2. одному процесу відповідає один елемент графу;
3. одному процесу відповідає одна гілка графу;
4. одному процесу відповідає один підграф.

На другому рівні розпаралелювання один елемент гілки (2 рівняння) відповідає одному процесу. Співвідношення «один елемент гілки - один процес» означає, що система рівнянь для k -ого елемента ($1 \leq k \leq n$) гілки розв'язується у відповідному k -ому MIMD-процесі. Віртуальна паралельна модель для однієї гілки показана на рис. 2, з якого виходить, що k -й процес гілки $(QP)_k$ має структуру, зображену на рис. 3 і виконує такі допоміжні операції:

- введення P_k з сусіднього $k-1$ -ого процесу;
- введення Q_{k+1} з сусіднього $k+1$ -ого процесу;
- посилення Q_k сусідньому $k-1$ -ому процесу;
- посилення P_{k+1} сусідньому $k+1$ -ому процесу.

Таким чином, на кожному кроці циклу в кожному процесі

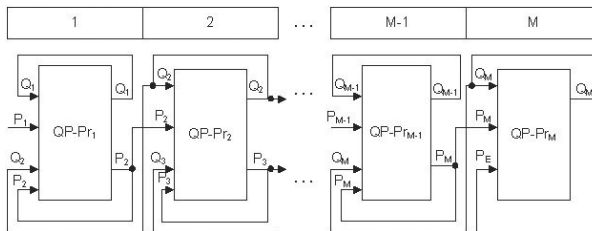


Рисунок 2 – Віртуальна паралельна модель обчислення витрат повітря і тиску в гілці (1 процес - 1 елемент гілки)

Рисунок 3 – Структура процесу $(QP)_k$

повинно виконуватися по 4 операції обміну. Зв'язок між сусідніми процесами здійснюється однотипно комутувальними елементами 2×2 з перехресним і перекрестним включенням. Процеси PU легко об'єднуються з будь-яким з Q-процесів інцидентної гілки.

Віртуальна паралельна модель рівня 2 вимагає для СДОРП наступну кількість віртуальних процесів:

$$N_{ПУ2} = \sum_{j=1}^m M_j = \frac{1}{\Delta \xi} \sum_{j=1}^m l_j. \quad (1)$$

При відомій кількості процесорів НЦПВС маємо можливий крок:

$$\Delta \xi_{\text{возм}} = \frac{1}{N_{\text{ЦПВС}}} \sum_{j=1}^m l_j. \quad (2)$$

Література

- [1] Prof. Dr.-Ing. V.A. Svjatnyj: Virtuelle parallele Simulationsmodelle und Devirtualisierungsvorgang der Entwicklung von parallelen Simulatoren für dynamische Netzobjekte mit verteilten Parametern.
- [2] Святний В.А., Молдованова О.В., Чут А.М.: Стан та перспективи розробок паралельних моделюючих середовищ для складних динамічних систем з розподіленими та зосередженими параметрами.
- [3] Абрамов Ф.А., Фельдман Л.П., Святний В.А. Моделювання динамічних процесів рудникової аерології.