

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ З ОБМЕЖЕНИМ ПАРАЛЕЛІЗ- МОМ НА КОМП'ЮТЕРІ З БАГАТОЯДЕРНИМ ПРОЦЕ- СОРОМ

Ростислав Вдович

ІППИМ ім. Я.С. Підстригача НАН України, rostyslav.r.vdovych@gmail.com

Складні ієрархічно-мережеві системи (СІМС) використовуються у багатьох галузях, таких як транспорт, енергетика, соціальна сфера, торгівля [1] та ін. Ці мережі складаються з вузлів та зв'язків між ними і для їх опису знадобиться велика кількість даних. Часто ці дані є спотвореними або деякі фрагменти в них зовсім відсутні. Отже, їх необхідно попередньо опрацювати та, у більшості випадків, робити це у режимі реального часу. З цією метою було запропоновано паралельні алгоритми з обмеженим паралелізмом, які орієнтовані на реалізацію на кластерах та багатоядерних комп'ютерах [2]. Такі обчислювальні засоби використовують відповідно розподілену та спільну пам'ять [3]. Вищезгадані алгоритми ґрунтуються на застосуванні методу пірамід [4] для розпаралелювання циклів. Проте, цей метод призводить до дублювання обчислень на окремих ітераціях циклу. У [2] запропоновано алгоритм, який усуває такі дублювання. Нами здійснено програмну реалізацію цього алгоритму, алгоритму з дублюваннями обчислень та відповідного послідовного алгоритму цифрової фільтрації.

Програмну реалізацію алгоритмів було виконано на мові програмування C# з використанням бібліотек System (базові методи) та System.Threading (для роботи з потоками) та методу Parallel.For [5]. Зазначимо, що для порівняння алгоритмів використовувався комп'ютер зі спільною пам'яттю. Всі обчислення проводились на багатоядерному комп'ютері з процесором Intel Core i5-9600KF (6 обчислювальних ядер). Створене програмне забезпечення розташоване на веб-сервісі GitHub [6].

Унаслідок проведених чисельних експериментів було встановлено прискорення алгоритмів з обмеженим паралелізмом з дублюваннями (в 3.42 рази) та без дублювань (в 3.68 рази). Отримані результати можуть бути використані під час аналізу паралельних алгоритмів розв'язання задачі цифрової фільтрації даних для оцінювання об'єктів складних ієрархічно-мережевих систем різних типів та призначення. Зокрема, результати роботи можуть бути корис-

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2025», 27–29 травня 2025 р., Львів

ними для подальшого аналізу реалізації алгоритмів з обмеженим паралелізмом на комп'ютерах із розподіленою пам'яттю.

1. *Поліщук О. Д., Яджак М. С.* Моделі та методи комплексного дослідження складних мережевих систем та міжсистемних взаємодій. – Львів: Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, 2023. – 385 с.
2. *Вдович Р. Р., Яджак М. С.* Про оптимізацію деяких паралельних алгоритмів цифрової фільтрації великих масивів даних // Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології: матеріали IV Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., Запоріжжя, 9–20 грудня 2024 р. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. – С. 9–12.
3. *Peter S. Pacheco, Matthew Malensek,* An introduction to parallel programming, second edition – Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, 2022. – 496 p.
4. *Яджак М. С.* Модифікація методу пірамід для розпаралелювання циклів: організації обмінів між гілками // Математичні методи та фізико-механічні поля. – 2000. – 43, № 4. – С. 68–72.
5. *Вдович Р., Яджак М.* Аналіз реалізації деяких паралельних алгоритмів цифрової фільтрації даних на багатоядерному комп'ютері // Матер. 11-ї міжнар. наук. конф. «Математичні проблеми механіки неоднорідних структур», 24–26 вересня 2024 р., м. Львів. – С. 209–210.
6. *Vdovych R. R.* CDF_V2. – 2024. – Режим доступу: https://github.com/RostyslavRVdovych/CDF_V2.

ANALYSIS OF ALGORITHMS WITH LIMITED PARALLELISM ON A COMPUTER WITH A MULTI-CORE PROCESSOR

Complex hierarchical-network systems (CHNS) are used in various fields and generate large, often distorted or incomplete data. To process such data in real time, parallel algorithms with limited parallelism were developed, based on the pyramid method for loop parallelization. An improved algorithm eliminates redundant computations by skipping duplicate iterations. The algorithms were implemented in C# using System.Threading and Parallel.For, and tested on a multicore Intel Core i5-9600KF system. Experiments showed increase in acceleration when using developed algorithm. The results can support further research on similar algorithms for data filtering in CHNS and for analysis of implementation on distributed-memory systems.