

УДК 004.8

І.С. Бурлаченко

Чорноморський державний університет ім.П.Могили
кафедра інформаційних технологій та програмних систем
E-mail: ivan.burlachenko2010@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЕЙ ПАРАЛЕЛЬНИХ ЕВОЛЮЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ АВТОНОМНОГО ОБ'ЄКТУ

Анотація

Бурлаченко І.С. Особливості моделей паралельних еволюційних алгоритмів в задачах керування енергозабезпеченням автономного об'єкту. Розглянута типізація паралельних генетичних алгоритмів на основі відношення характеристик платформ чи специфікацій паралелізації процесів. Визначені особливості PVM та OpenMP при паралелізації еволюційного алгоритму E-MOEA.

Ключові слова: генетичні алгоритми, паралельні еволюційні алгоритми, E-MOEA, OpenMP, PVM, енергозабезпечення об'єктів.

Постановка проблеми. Варіювання потужностей, що виконується в рамках технологічних та часових меж електроспоживання автономного об'єкту (АО), призводить до необхідності перегляду великої кількості технологічно допустимих варіантів добового плану розподілу навантаження всередині мережі автономного об'єкту з одночасним аналізом їх оцінок за заданими техніко-економічними показниками [1].

Аналіз літератури. Була досліджена паралельна реалізація еволюційного алгоритму E-MOEA [2] та проаналізовані особливості специфікацій OpenMP [3].

Мета статті. Виникає необхідність дослідити доцільність використання моделей паралельних генетичних алгоритмів (ПГА), застосовуючи ключові концепції в задачах вирішення проблем розподілу очікуваного об'єму використання енергетичних ресурсів АО. Необхідно проаналізувати можливості моделей, платформ та специфікацій, що забезпечують реалізацію паралелізму обчислень.

Постановка завдання дослідження. ПГА є класом керованих випадкових еволюційних алгоритмів, що зображений на Рис.1. Однак, використання ПГА є виправданим тільки для задач, що потребують великої кількості часу для функцій оцінки, в іншому випадку витрати часу на перевантаження комунікаційними процесами вище, ніж вигоди від їх паралельного виконання. Необхідно дослідити потенційну ефективність множини рішень, отриманих за допомогою ПГА у порівнянні з класичними ГА.

Рішення задач і результати досліджень. Хромосоми представляють відповідні конфігурації енергетичної системи АО і можуть бути оцінені цільовими функціями. Особливістю алгоритму Е-МОЕА є використання техніки пошуку недомінантних рішень, на основі ентропійної стратегії. Ентропійна стратегія у Е-МОЕА базується на положеннях Шенона і використовується для аналізу перенасичених рішеннями областей з метою пошуку в них рішень, якими можна знехтувати.

Обґрунтовано те, що до переваг використання ПГА включають: гнучкість представлення параметрів оптимізаційної задачі, надійність, простота перенаштування для вирішення аналогічних проблем, можливість пошуку декількох рішень. Крім того, ПГА, як правило, швидші, менш схильні до пошуку неоптимальних рішень, а також мають можливість паралельної кооперації з іншими методами пошуку рішень. Виграш від використання ПГА досягається від розпаралелювача коду вбудованого в компілятор або шляхом явного розпаралелювання (глобального master-slave розпаралелювання) генетичних операторів або процесу оцінювання.

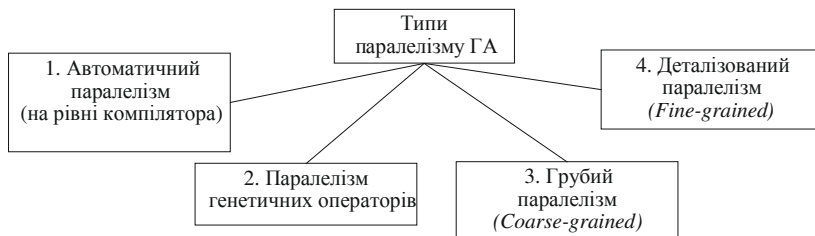


Рис.1 – Типи паралелізму ГА

Існують узагальнені моделі ПГА, що зображені на рис 1. (типи 3 та 4), які утворюють два класи в залежності від їх типу паралелізму: грубі та деталізовані. При дослідженні спостерігається нечіткість типізації моделей між грубим та деталізованим паралелізмом ГА. Необхідно класифікувати реалізації моделей еволюції, що відрізняються одна від одної процесом генерації численних варіантів рішень. Класифікація ґрунтується на визначенні відношення кількості операцій обчислень до кількості операцій комунікації між паралельними процесами обчислень. Якщо значення відношення є високим, то ПГА відноситься до ГА з грубим типом паралелізму, а якщо низьке, то ПГА відноситься до ГА з деталізованим паралелізмом. Гібридні моделі можуть комбінувати різні типи ПГА на визначених рівнях з метою підвищення ефективності пошуку. Розподілений гібридний алгоритм може використовувати топологію кільця, в якій на кожному рівні виконуватимуться обчислення локального ГА.

Паралельність обчислень ГА досягається за рахунок використання платформ чи специфікацій. Досліджена PVM (Parallel Virtual Machine). Розроблена система у Oak Ridge National Laboratory і є проектом діючої гетерогенної обчислювальної мережі науково-дослідного проекту. Основні цілі PVM проекту є дослідження питань і розробка рішень для гетерогенних паралельних обчислень. PVM являє собою інтегрований набір програмних інструментів і бібліотек, який на базі колекції комп'ютерів емулює багатоцільову, гнучку, узгоджену гетерогенну обчислювальну мережу.

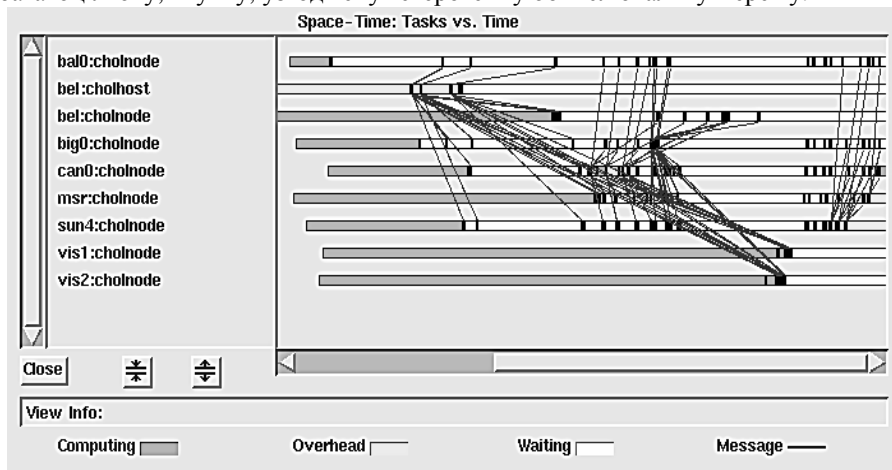


Рис.2 – PVM колекція комп'ютерів (Host Pool) та список завдань ПГА.

Інтерфейс PVM додатку на рис.2 показує стан окремих завдань для обчислення ПГА, які виконуються на всіх комп'ютерах гетерогенної мережі. Кожне завдання являє собою горизонтальну смугу вздовж загальної осі часу, де колір смуги в кожен момент часу показує стан завдання. "Computing" колір показує той час, коли завдання виконує корисні обчислення ПГА. "Overhead" кольором відзначені місця смуги, де виконуються PVM системні процедури зв'язку, управління завданнями і т.п. "Waiting" означає простій завдання та "Message" комунікаційні повідомлення між завданнями.

Принципи на яких заснована *PVM* включають наступне:

- Можливість конфігурації колекції комп'ютерів: обчислювальні завдання ПГА виконуються на множині комп'ютерів, які вибрані користувачем для даного запуску *PVM* програми. Однопроцесорне і багатопроцесорне апаратне устаткування (з колективною пам'яттю або розподіленою пам'яттю комп'ютера) може бути частиною колекції, що має можливість оперативної конфігурації під час обчислень ПГА.

- Прозорий доступ до апаратного забезпечення: додаток ПГА розглядає апаратне середовище як узагальнену колекцію віртуальних процесорних

елементів та обирає для обчислення даних на стадіях еволюційних алгоритмів конкретні підходящі комп'ютери з пулу.

– Модель точної передачі повідомлень: колекції завдань, кожне з яких виконує частину розрахунків додатку ПГА, використовуючи декомпозицію даних, функціональну або гібридну декомпозицію, чітко взаємодіє за допомогою повідомлень між завданнями.

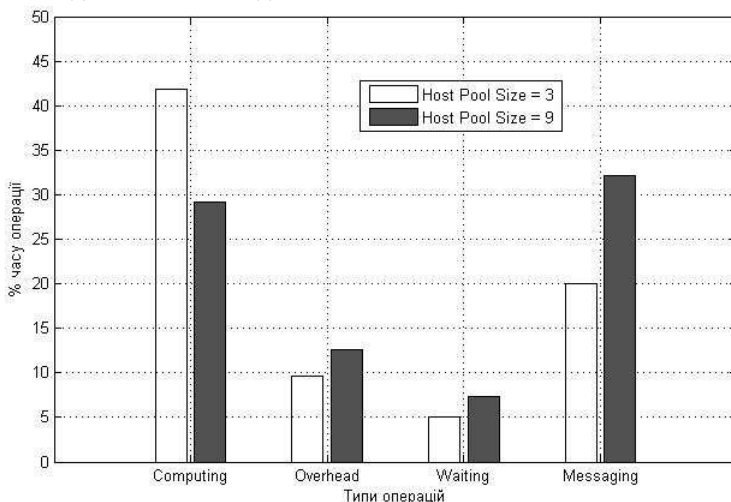


Рис 3. Залежність часу операцій від кількості вузлів (Host Pool Size).

На рис.3 зображені результати дослідження процентно-часового співвідношення типів операцій паралельної віртуальної машини із запущеним на ній Е-МОЕА, який реалізований за урахуванням специфік обчислень PVM.

Аналогічно досліджена паралельна реалізація Е-МОЕА з використанням стандарту OpenMP в компіляторах для виконання розрахунків ПГА. Апаратне забезпечення: Intel Core i5-230 CPU @2.40GHz, RAM DDR3 4Gb. Під час реалізації експериментальних обчислень було визначено переваги OpenMP:

– Простота використання: не має необхідності створювати нову паралельну програму, а лише додати в текст послідовної програми необхідні директиви і, можливо, виклики бібліотечних функцій, що вказують компілятору способи розподілу обчислень і даних між потоками, а також доступу до них. Головною ідеєю OpenMP є розпаралелювання циклів, що зазвичай несуть основне обчислювальне навантаження.

– Гнучкість: OpenMP надає розробнику досить великі можливості контролю над поведінкою паралельної програми.

– Повторне використання: OpenMP-програма в багатьох випадках може бути використана як звичайна послідовна, якщо необхідно забезпечити її виконання на однопроцесорній платформі. Директиви OpenMP будуть проігноровані, а виклики функцій бібліотеки можуть модифіковані згідно специфікацій стандарту.

Створення паралельних програм з використанням стандарту OpenMP та відповідних компіляторів у багатьох випадках дає не меншу ефективність, ніж програмування в потоках, і вимагає суттєво менше зусиль від розробника, однак OpenMP працює тільки в SMP-системах.

Висновки. Різниця між результатами дослідженої Coarse-grained паралельної реалізації ГА і послідовних генетичних алгоритмів стає ще більш очевидною. Зменшення кількості генерацій на 15–20% пояснюється тим, що ПГА підтримує кілька субпопуляцій, які еволюціонують незалежно на різних процесорах. Кожен вузол паралельної моделі використовує різні значення, отже, це дозволяє кожній субпопуляції досліджувати різні частини простору пошуку. Еволюція генів на окремих процесорах підвищує продуктивність пошуку рішень. Комунікаційні операції невеликі відносно до обчислювальних операцій на кількість вузлів, що використовуються для паралельної моделі генетичного алгоритму. Для паралельної реалізації E-MOEA на базі PVM та OpenMP характерна лояльність при кодуванні конфігурації енергетичної системи АО, достатньою є можливість оперувати значеннями у генах з меншою кількістю знаків після коми, що в основному не впливає на стійкість алгоритму. Висока надійність паралельного пошуку і знаходження альтернативних точок у проблемному просторі, що можуть бути потенційними вирішеннями задачі ефективного розподілу енергоресурсів в процесі керування АО. Збіжність паралельного E-MOEA не виходить за межі 1500 поколінь та час виконання стабільно менший 2с.

Список літератури

1. Ooka, R. and Kayo, G. (2008) Development of Optimal Design Method for Distributed Energy System. *Sensitivity Analysis with GA Parameters*, SHASE Annual Meeting.
2. Yufang, Q., Junzhong, J. and Chunnian, L. (2012) An Entropy-Based Multiobjective Evolutionary Algorithm with an Enhanced Elite Mechanism, *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*.
3. Dagum, L. and Menon, R. (1998) OpenMP: An Industry Standard API for Shared Memory Programming, *IEEE Computational Science & Engineering*.