

МОДУЛЬ, ЩО ВІДПОВІДАЄ ЗА РОЗПОДІЛ ЗАВДАНЬ НА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ РЕСУРСИ

Лук'янов Я.І., Філімончук Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Ефективність функціонування сучасних систем розподілу значною мірою визначається обраними стратегіями управління ресурсами, які впливають на швидкість обробки завдань, рівень використання обчислювальних ресурсів та загальну продуктивність системи [1].

У складних багаторівневих середовищах, де ресурси можуть бути гетерогенними, а потоки завдань динамічними та нерівномірними, задача оптимального планування набуває особливої актуальності.

Метою доповіді є представлення структури модуля, що забезпечує розподіл завдань між ресурсами в імітаційному середовищі, яке побудоване за модульним принципом.

Такий підхід дає змогу масштабувати стратегії планування та аналізувати їхню ефективність для різних типів навантаження.

В ході роботи в структуру модуля було інтегровано різні типи методів:

- прості методи диспетчеризації завдань: FIFO, LIFO;
- метод HPF, де вибір відбувається за принципом пріоритетності;
- метод Round Robin, де вибір здійснюється циклічним перебором;
- метод Penguin, який адаптується до змін умов роботи системи розподілу.

Для верифікації розробленого модуля було використано імітаційне середовище (IC), яке спеціалізується на моделюванні гетерогенних систем. Налаштування середовища включали створення моделі гетерогенної мережі з різною пропускнуою здатністю каналів зв'язку, що дозволило детально оцінити накладні витрати на передачу завдань між вузлами при використанні різних стратегій диспетчеризації.

Програмна архітектура розробленого модуля включає логіку моніторингу та логіку прийняття рішень. Модуль включає в себе блок збору метрик, який у реальному часі отримує дані про стан черги (кількість завдань, їхні пріоритети) та стан доступних обчислювальних вузлів (поточне завантаження CPU, обсяг вільної пам'яті).

Використання об'єктно-орієнтованого підходу дозволило реалізувати кожен метод розподілу як окремий підмодуль, що полегшує порівняльний аналіз алгоритмів у межах одного експерименту.

Особлива увага в модулі приділена адаптивному методу Penguin, який реалізовано через алгоритм оптимізації колонії імператорських пінгвінів [2]. У запропонованій структурі даний метод використовується для знаходження «найкращого» з можливих рішень при розподілі ресурсів у великих хмарних середовищах, де кількість можливих комбінацій «завдання-ресурс» є занадто великою для класичних алгоритмів перебору. Такий підхід дозволяє враховувати не лише швидкість виконання, а й енергозалежні характеристики вузлів, що є критичним для сучасних центрів з обробки даних.

Алгоритмічна основа модуля, зокрема методу Penguin, орієнтована на досягнення загальносистемного оптимуму в умовах обмеження обчислювальних ресурсів. На відміну від статичних методів, адаптивний підхід дозволяє мінімізувати час простою окремих вузлів шляхом інтелектуального прогнозування стану черги, що стає можливим завдяки ітераційному пошуку оптимізованого стану системи і гарантує баланс між швидкістю обробки даних та витратами електроенергії [2].

Наведені методи було інтегровано в структуру ІС, що дозволило провести серію експериментів для оцінки їх ефективності за низкою метрик. Під час моделювання враховувалися такі показники, як середній час перебування завдання в системі та коефіцієнт завантаження обчислювальних вузлів. Для отримання достовірних даних було сформовано декілька сценаріїв вхідного потоку з різною інтенсивністю надходження запитів, що імітували реальні умови роботи. Аналіз цих даних дозволив встановити граничні умови застосування кожного з методів залежно від типу навантаження та пріоритетності поточних обчислювальних задач. Під час аналізу результатів було виявлено, що використання методу HPF дозволяє суттєво скоротити середній час очікування для критично важливих процесів, тоді як метод FIFO забезпечує найкращий розподіл серед однотипних потоків завдань [1].

Процес інтеграції методів у імітаційне середовище передбачає використання спеціалізованих інтерфейсів, які забезпечують точну передачу даних про стан ресурсів до планувальника, що дозволяє проводити детальний моніторинг виконання кожного завдання та фіксувати відхилення від цільових показників продуктивності в режимі реального часу.

Таким чином, розроблена структура модуля стає надійним фундаментом для подальшого розширення та тестування нових алгоритмів у гетерогенних середовищах.

Проведені експерименти підтвердили, що адаптивний вибір методу розподілу, з використанням нового підходу Penguin, залежно від поточного стану черги та характеристик вузлів дозволяє зменшити час простою ресурсів, підвищити загальну пропускну здатність системи та забезпечити високу енергоефективність процесу планування. Такий підхід дозволяє досягти оптимального балансу між продуктивністю системи та енергозатратами, що є критичним для сучасних систем розподілу, а також хмарних середовищ [2].

Список літератури

1. T. Filimonchuk, M. Volk, I. Ruban, V. Tkachov. Development of information technology of tasks distribution for grid-systems using the GRASS simulation environment. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Information and controlling system. Vol.3/9 (81). 2016. P.45–53. DOI: doi.org/10.15587/1729-4061.2016.71892
2. Mansour R.F., Alhummyani H., Khalek S.A, Saeed R.A., Gupta D. Design of cultural emperor penguin optimizer for energy-efficient resource scheduling in green cloud computing environment. Cluster computing. 2022. P. 575–586. DOI: doi.org/10.1007/s10586-022-03608-0.