

ПАРЕТО-ОПТИМАЛЬНИЙ БРОКЕР ГРІД-РЕСУРСІВ

Турченко В.О.¹⁾, Пуголь Т.О.²⁾, Шульц В.О.³⁾, Саченко А.О.⁴⁾

*Тернопільський національний економічний університет,
1) к.т.н., доцент; 2) інженер; 3) магістр; 4) д.т.н., професор*

І. Постановка задачі

Проблеми диспетчеризації та брокерування ресурсів є найбільш досліджуваними в області ГРІД-систем [1-3]. Брокерування, як частина процесу диспетчеризації, має за мету вибрати серед наявних такі ГРІД-ресурси, що можуть забезпечити певні переваги паралельним задачам, наприклад, найменші час доставки (TTD – total time to delivery) та час обчислення, мінімальний час виконання (makespan) та інші характеристики [3]. Аналіз робіт [1-3] показав, що відомі рішення, як правило, використовують два критерії – час обчислення та кошти, затрачені на обчислення, як найбільш важливі критерії оптимізації при створенні ефективних стратегій брокерування ресурсів. В цій роботі запропоновано додати третій критерій – ефективність розпаралелення, який визначає ефективність використання високопродуктивної комп'ютерної системи (ВКС) в складі ГРІД.

II. Мета роботи

Метою роботи є розробка та дослідження брокера ГРІД-ресурсів, що забезпечує мінімізацію часу виконання паралельного алгоритму групового навчання багатозарядного перцептронну (БШП) згідно з методом зворотного поширення помилки з одночасним забезпеченням максимальної ефективності розпаралелення найбільш економічним чином.

III. Брокерування ГРІД-ресурсів з використанням Парето-оптимізації

Проблема брокерування ресурсів є задачею багатокритеріальної оптимізації [1]. Одним із можливих шляхів розв'язку такої задачі є застосування теорії оптимальних за Парето рішень [1, 4]. Парето-оптимальність складається з набору Парето-оптимальних (не гірших) рішень, які не є домінуючими по відношенню до інших. Однак набір Парето-оптимальних рішень може бути достатньо великим. Тому доцільно застосувати підхід вагових коефіцієнтів [1, 5], що дозволяє встановити ваговий коефіцієнт на кожний цільовий критерій оптимізації та зменшити Парето-множину до одного оптимального рішення, що найбільш задовольняє, в даному випадку, відповідну політику брокерування ресурсів. Для розробки методу брокерування ресурсів використано Парето-оптимальність для трьох критеріїв: (i) ціна ВКС, (ii) час виконання паралельного алгоритму на певній кількості паралельних процесорів та (iii) ефективність розпаралелення цього алгоритму. Для розробки методу доцільно сформувати набір можливих рішень розпаралелення на основі множини доступних ВКС, наявних в ГРІД, та кількості їх процесорів. Доцільно трансформувати критерій «ефективність розпаралелення» до інверсного критерію «неефективність» з метою усунення з розгляду усіх гірших рішень з великою ціною, великим часом обчислень та великою неефективністю, що не будуть розглядатися як Парето-оптимальні. Таким чином, кожне з рішень буде мати три цільові функції f_o , $o = 1, 2, 3$. Набір Парето-оптимальних рішень знаходиться шляхом відкидання домінуючих рішень згідно з наступним алгоритмом [4]:

1. Почати з $i = 1$ для списку всіх рішень;
2. Для всіх $j \neq i$ порівняти рішення на домінуючість, чи $f_o(x^i) \geq f_o(x^j)$ для всіх $o = 1, 2, 3$ цілей;
3. Якщо, для любого j , x^i домінує над x^j , то позначити x^j як домінуюче;
4. Якщо всі можливі рішення зі списку розглянуті, то перейти на наступний крок, інакше $i = i + 1$ та перейти на крок 1;
5. Всі рішення, що не були позначені як домінуючі, є Парето-оптимальними рішеннями.

Оптимальне рішення з набору Парето-оптимальних доцільно обчислити за допомогою норми

$$ON_i = \sqrt{\sum_{o=1}^3 (f_o(x^i) \cdot \xi_o)^2},$$

де ξ_o , $o = 1, 2, 3$ - вагові коефіцієнти, що визначають важливість кожного критерію оптимізації (ціна, ефективність або час) для бажаного i -го рішення з брокерування ресурсів згідно з поточним станом

ГРІД-системи чи бажанням користувача. Рішення з мінімальною нормою ON_i буде вважатися оптимальним [5].

IV. Експериментальні дослідження

Експерименти проведено на трьох ВКС у складі ГРІД: симетричному багатопроцесорному комп'ютері *Flamingo* (16 процесорів, ціна \$20К), паралельному комп'ютері з ccNuma архітектурою *Crati* (28 процесорів, \$50К), обчислювальному кластері *Battlecat* (16 процесорів, \$8К) для 8-ми збільшуваних сценаріїв розпаралелення навчання БШП [6]. Час та ефективність розпаралелення для одного сценарію $W=121$ (кількість налаштовуваних зв'язків БШП), $N=100$ (кількість навчальних патернів) наведено в таблиці 1, Парето-оптимальні рішення для цього сценарію (5 з 14 можливих) наведено в таблиці 2, опис політик брокерування наведено в таблиці 3, набір оптимальних рішень для досліджуваного сценарію згідно з різними політиками брокерування наведено в таблиці 4.

Таблиця 1

Один із сценаріїв розпаралелення, використаних в експериментальних дослідженнях

Сценарій	ВКС	Процесорні елементи (ПЕ)													
		1		2		4		8		16		24		28	
		Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %
W=121 N=100	C	1.0405	75.3	0.6912	46.2	0.5634	14.2	0.9184	0.0	1.9378	0.0	4.1751	0.0	6.2327	
	F	3.6809	92.9	1.9811	73.5	1.2525	52.8	0.8709	12.5	1.8440					
	B	3.5080	95.5	1.8371	82.9	1.0576	20.1	2.1813	6.6	3.3360					

Таблиця 2

Парето-оптимальний набір для досліджуваного сценарію розпаралелення

Сценарій	Оптимальна Парето-множина				
W = 121 N = 100	C, 2 ПЕ, 0.6912 с	C, 4 ПЕ, 0.5634 с	F, 8 ПЕ, 0.8709 с	B, 2 ПЕ, 1.8371 с	B, 4 ПЕ, 1.0576 с

Таблиця 3

Політики брокерування ресурсів

Політика	Ваговий коефіцієнт ξ_i			Опис політики брокерування ресурсів
	Ціна ξ_1	Е, ξ_2	Тр, ξ_3	
WP1	10	1	1	Низька ціна є головним критерієм. Всі інші критерії повинні бути не гіршими.
WP2	1	10	1	Висока ефективність є головним критерієм. Всі інші критерії повинні бути не гіршими.
WP3	1	1	10	Малий час виконання є головним критерієм. Всі інші критерії повинні бути не гіршими.
WP4	0.01	0.1	50	Ціною можна знехтувати, висока ефективність не є критерієм, однак час виконання має бути як можна меншим.
WP5	0.01	50	50	Ціною можна знехтувати, висока ефективність та малий час виконання повинні бути забезпечені.
WP6	0.001	0.001	90	Ціною та ефективністю можна знехтувати цілком, а час виконання повинен бути якнайменшим.

Таблиця 4

Одне оптимальне рішення брокерування для різних політик брокерування

Сценарій	Характеристики	WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6
W=121 (10-10-1), N=100	ВКС (ціна) (ПЕ), Е % Час, с	В (8К) (2), 95.5 1.8371	В (8К) (2), 95.5 1.8371	В (8К) (2), 95.5 1.8371	В (8К) (4), 82.9 1.0576	В (8К) (2), 95.5 1.8371	С (50К) (4), 46.2 0.5634

Аналіз отриманих результатів показав, що домінантні рішення не ввійшли в таблицю 2 Парето-оптимальних рішень. Літери C, F або B (таблиця 4) описують назву ВКС, перші дужки описують ціну ВКС, потім наведено кількість процесорів, на яких доцільно розпаралелювати задачу, а також очікувані значення ефективності розпаралелення та часу виконання сценарію. Аналіз табл. 4 показав, що розроблений брокер ресурсів правильно враховує всі показники - ціну ВКС, ефективність розпаралелення та час виконання паралельного алгоритму, що дозволяє вибрати таку конфігурацію ВКС, яка найкраще підходить для виконання необхідного сценарію розпаралелення з урахуванням

конкретної політики брокерування. Більш розширений варіант представлення результатів експериментальних досліджень для 8-ми збільшуваних сценаріїв розпаралелення навчання БШП наведено в [6].

Висновки

Запропонований метод брокерування ГРІД-ресурсів базується на Парето-оптимізації з використанням вагових коефіцієнтів для вибору одного оптимального рішення. Результати експериментальних досліджень, здійснені за допомогою кількох високопродуктивних комп'ютерних систем у складі ГРІД показали, що запропонований метод брокерування забезпечує добру відповідність бажаній політиці диспетчеризації, що полягає у мінімізації часу виконання паралельного алгоритму одночасно з максимізацією ефективності розпаралелення найбільш економічним чином.

Список використаних джерел

1. Xhafa F. Computational models and heuristic methods for Grid scheduling problems / F. Xhafa, A. Abraham // *Future Generation Computer Systems*. – 2010. – Vol. 26. – P. 608-621.
2. Garg S.K. Time and cost trade-off management for scheduling parallel applications on Utility Grids / S.K. Garg, R. Buyya, H. J. Siegel // *Future Generation Computer Systems*. – 2010. – Vol. 26. – P. 1344-1355.
3. Elmroth E. Grid resource brokering algorithms enabling advance reservations and resource selection based on performance predictions / E. Elmroth, J. Tordsson // *Future Generation Computer Systems*. – 2008. – Vol. 24. – P. 585-593.
4. Deb K. Multi-objective genetic algorithms: problem difficulties and construction of test problems / K. Deb // *Evolutionary Computation*. – 1999. – No. 7 (3). – P. 205-230.
5. Пасічник Р.М. Моделювання терموкерованих систем Моно-ієрусалимського з мінімальними побічними виходами в умовах невизначеності / Р.М. Пасічник, Ю.П. Піговський // *Міжнародний науково-технічний журнал "Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія"*. – 2008. – No. 1(11). – С. 69-75.
6. Турченко В.О. Методологія брокерування Грід-ресурсів на основі Парето-оптимізації / В.О. Турченко // *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. – 2011. – № 1. – С. 312-318.

УДК 004.75

ОРГАНІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА ПОТУЖНОСТЯХ КЛІЄНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ WEB-БРАУЗЕРА

Шолох О.О.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", студент

I. Постановка проблеми

Проблема недостатньої кількості обчислювальних потужностей, необхідних для розв'язання завдань науки та народного господарства, є надзвичайно актуальною в наш час.

II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка нового методу організації розподілених обчислень із використанням обчислювальних потужностей клієнтів за допомогою їх Web-браузерів.

III. Опис запропонованого методу

В останні роки застосування Web-додатків значно розширилось. Перегляд електронної пошти, фото, відео, покупка товарів, спілкування з друзями та колегами переходить із великого різноманіття окремих спеціалізованих додатків до одного – Web-браузера. Користувачі витрачають багато часу, застосовуючи цей додаток. При цьому обчислювальна потужність їхніх комп'ютерів у більшості випадків використовується ледве наполовину.

Ідея методу полягає у використанні обчислювальних ресурсів, що не застосовуються користувачами персональних комп'ютерів за допомогою Web-браузера.

Реалізація даної ідеї включає в себе розробку серверної та клієнтської частини.

Серверна частина повинна здійснювати контроль за роботою системи, розподіляючи навантаження між її вузлами (Web-браузерами клієнтів). Фізично – це Web-сервер, який забезпечує хостинг клієнтської частини та прийом і відправку Ajax-запитів на обчислення.

Клієнтська частина являє собою набір вузлів. Окремий вузол – це Web-браузер з інтерпретатором мови програмування JavaScript. Користувач даного Web-браузера повинен відкрити певну сторінку, до якої підключений спеціалізований JavaScript код для виконання обчислень.

Часова діаграма роботи основних компонентів системи зображена на рисунку 1.