

Кудінов Дмитро Юрійович

Аспірант кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ПАРАМЕТРИ ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ РОЗПОДІЛЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Анотація: Сформульовано актуальність створення методу вибору оптимальної моделі розподілення обчислювальних навантажень для САПР в структурі проектної організації, запропоновано параметри порівняння моделей розподілення обчислювальних навантажень, а також розглянуто варіанти отримання значень цих параметрів, в тому числі розрахунку та вимірювання.

Ключові слова: параметри, порівняння, модель, розподілення, обчислювальні навантаження, метод вибору, оптимальна модель

Аннотация: Сформулирована актуальность создания метода выбора оптимальной модели распределения вычислительных нагрузок для САПР в структуре проектной организации, предложены параметры сравнения моделей распределения вычислительных нагрузок, а также рассмотрены варианты получения значений этих параметров, в том числе расчета и измерения.

Ключевые слова: параметры, сравнение, модель, распределение, вычислительные нагрузки, метод выбора, оптимальная модель

Annotation. The article stated the urgency of developing a method of choosing the optimal workloads distribution model for CAD in the structure of the design organization to help them optimize their processes with minimal investments. Formulated model requirements of cost, timing and performance groups. According to requirements suggested parameters of comparison of workloads distribution models, as well as consideration of options for obtaining the values of these parameters, specifically lowest cost of implementation, lowest cost of service, lowest cost of scaling, lowest time of implementation, lowest time of scaling, required performance, lowest degradation of performance. Considered options of these parameters calculation and measurement proposed by other authors in earlier works. Considered options of calculation of task calculation timing and proposed upgraded model of performance index calculation based on previously proposed models of calculation on of task calculation timing. Considered dependence of system performance degradation on number of calculation modules and as a consequence amount of network traffic.

Keywords: comparison, parameters, workloads, distribution, model, method of choosing, the optimal model

Постановка проблеми

Сьогодні багато підприємств, що працюють у сфері проектування, стикаються з необхідністю оптимізації проектувальних робіт. Основну роль в цьому відіграє ІТ-інфраструктура підприємства. Однак вибір моделі розподілення найчастіше продиктований експертною оцінкою системного інтегратора. Тож актуальною є потреба визначення параметрів оцінки таких моделей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Серед останніх публікацій, пов'язаних з розподіленням навантажень та оцінкою моделей розподілення, основу складають дослідження продуктивності систем розподілення, побудованих на основі різних моделей розподілення, наводяться результати експериментальних досліджень та досліджень на моделях.

У роботі [1] розглянуто широкий спектр питань розробки систем розподілення на основі кластера, зокрема фактори обмеження продуктивності, такі як

швидкість передавання даних між процесорами і читання/запис даних на диск, шляхи підвищення швидкості виконання задач, розподіл та балансування навантажень, запропоновано алгоритм оптимізації кластера, наведено результати експериментального дослідження оптимізації.

У роботі [2] проведено детальний аналіз факторів, що впливають на часову складність обчислень в системах розподілення обчислювальних навантажень, наведено математичну модель, що описує обчислювальні навантаження в САПР та досліджено вплив різних факторів, що виникають в процесі обчислень, та параметрів обчислень на продуктивність системи. Зокрема за допомогою моделі досліджено ефективність збільшення кількості обчислювальних модулів (процесорів) при збільшенні кількості алгоритмів, та розмірності задач і досліджено виродження продуктивності системи.

У роботі [3] розглянуто можливість використання технології Grid для побудови систем автоматизованого проектування (САПР) та відповідність специфіки цієї моделі вимогам розподіленої САПР. Зокрема проаналізовано вимоги до розподілених САПР та можливості їх реалізації на основі технології Grid.

У роботі [4] була описана модель продуктивності для неоднорідних розподілених систем з розкладом, введено основні характеристики продуктивності: еталонна продуктивність, ефективність і прискорення. Крім того в роботі отримано співвідношення, що зв'язує ефективність і прискорення системи з розкладом. Сформульовано узагальнення закону Амдала для неоднорідних розподілених систем з розкладом.

Мета статті

Метою дослідження є визначення параметрів порівняння моделей розподілення обчислювальних навантажень, що мають найбільший вплив на ефективність роботи ІТ-інфраструктури проектувального підприємства, та можуть бути застосовані як основа методології оцінки ефективності впровадження таких моделей в ІТ-інфраструктуру конкретного підприємства.

Викладення основного матеріалу

Для того, щоб визначити параметри оцінки моделей, необхідно сформулювати вимоги до цих моделей відносно потреб проектувального підприємства:

- найменша вартість впровадження;
- найменша вартість обслуговування;
- найменша вартість масштабування;
- найменша тривалість впровадження;
- найменша тривалість масштабування;
- необхідна продуктивність;
- найменше виродження продуктивності.

Сформульовані вимоги можна розподілити на три групи:

- вартісні вимоги;
- часові вимоги;
- вимоги продуктивності.

Виходячи зі сформульованих вимог, ми можемо перейти до параметрів, за якими буде здійснюватись оцінка моделей (рис. 1).

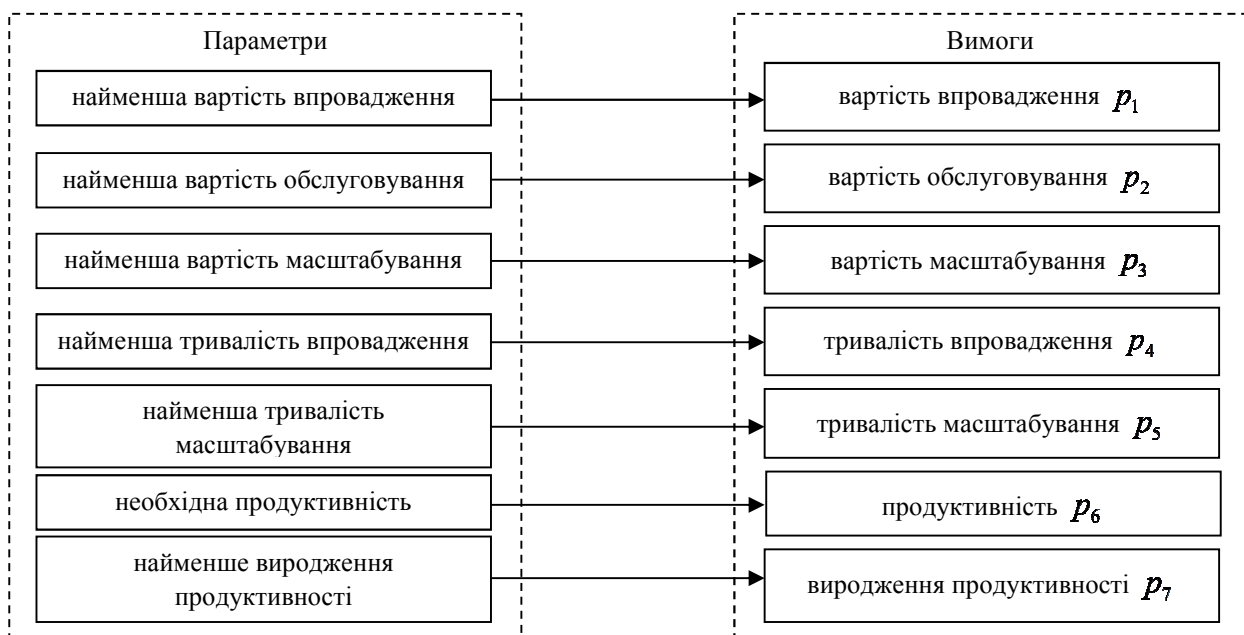


Рис.1. Схема перетворення вимог до моделі в параметри оцінки моделей

Вартість впровадження p_1 . Якщо впровадження планується ресурсами підприємства, то розраховується значення цього параметра як сума всіх витрат, пов'язаних з впровадженням за ринковими цінами (вартість апаратного та програмного забезпечення, вартість обладнання, необхідного для впровадження, оплата праці персоналу, що буде залучений до впровадження, навчання спеціалістів і т.д.). За відсутності персоналу відповідної кваліфікації, або інших причин, впровадження може здійснюватись сторонньою компанією (системним інтегратором).

Розрахунок вартості впровадження в такому випадку може бути отриманий на основі експертної оцінки підрядника, або на основі тендеру, для отримання оптимальної вартості. Розрахувати значення параметра p_1 можна, використовуючи формулу:

$$p_1 = \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

де x_i – певна стаття витрат.

Значення інших параметрів, що належать до групи вартісних, а саме вартість обслуговування p_2 та вартість масштабування p_3 можуть бути отримані тим же способом, що і вартість впровадження p_1 , враховуючи однорідність цих параметрів.

Значення параметрів, що належать до групи часових, а саме тривалість впровадження та тривалість масштабування можуть бути визначені на основі розрахунку часу на впровадження та масштабування моделей, що є задачею управління проектами та не розглядається в рамках цієї статті, або на основі експертних оцінок системних інтеграторів.

Методи розрахунку продуктивності певних моделей розподілення обчислювальних навантажень наведено авторами кількох робіт. Розглянемо деякі з них.

У роботі [1] запропоновано варіант оцінки продуктивності p_6 системи на основі індексу продуктивності, що базується на законі Амдала та враховує такі параметри, як обсяг даних, кількість обчислювальних вузлів, обсяг даних, що може обробити кожен вузол в одиницю часу, рівень оптимізації алгоритму обчислення, об'єм мережевого трафіку та час читання/запису даних з пам'яті. Виходячи з цієї моделі, факторами, що мають найбільший вплив на продуктивність є рівень оптимізації алгоритму обчислення, об'єм мережевого трафіку та часу обміну даними між пам'яттю та процесорами

$$P = \frac{1}{T}, \quad (2)$$

де P – індекс продуктивності; T – загальний час обрахунку.

$$T = \frac{(1-\alpha)S}{v_{cpu}} + \alpha \frac{S}{Nv_{cpu}} + \frac{S(N-1)}{Nv_{net}} + t_{io}. \quad (3)$$

Тут $1-\alpha$ – частина програми, що не може бути розпаралелена; S – загальна кількість даних програми; v_{cpu} – об'єм даних, що може обробити один процесор в одиницю часу; α – частина програми, що може бути розпаралелена; N – кількість процесорів (вузлів); v_{net} – кількість даних, що передається по мережі в одиницю часу; t_{io} – час читання/запису даних з пам'яті.

У той же час в роботі [2] представлено модель розрахунку продуктивності, що більш точно враховує обмін даними між обчислювальними вузлами та сервером, а також час сервера на декомпозицію задач та об'єднання результатів розрахунків різних вузлів:

$$\begin{aligned} O_n(f(E, N)) = & O_{дек}(f(E, N)) + \\ & + O_{n,n}(f(E, N)) + O_{обр}(f(E, N)) + \\ & + O_{зв,n}(f(E, N)) + O_{сер}(f(E, N)), \end{aligned} \quad (4)$$

де E – кількість елементів обрахунку; N – кількість процесорів (вузлів); $O_n(f(E, N))$ – загальний час обрахунку; $O_{дек}(f(E, N))$ – час сервера на декомпозицію задач; $O_{n,n}(f(E, N))$ – час прямого передавання даних від сервера до вузлів обчислення; $O_{обр}(f(E, N))$ – час обробки задачі; $O_{зв,n}(f(E, N))$ – час зворотнього передавання даних від вузлів обчислень до сервера; $O_{сер}(f(E, N))$ – час сервера на об'єднання результатів обчислень.

Для того, щоб отримати точнішу оцінку продуктивності, об'єднаємо (3) і (4), тоді:

$$\begin{aligned} T = & O_{дек}(f(S, N)) + O_{n,n}(f(S, N)) + \frac{(1-\alpha)S}{v_{cpu}} + \\ & + \alpha \frac{S}{Nv_{cpu}} + O_{зв,n}(f(S, N)) + O_{сер}(f(S, N)) + t_{io}. \end{aligned} \quad (5)$$

Для оцінки виродження продуктивності p_7 використаємо індекс виродження, що показує збільшення часу обчислень зі збільшенням кількості обчислювальних вузлів:

$$D = f'(N), \quad (6)$$

де D – індекс виродження.

Запропоновані параметри можуть бути використані для розробки методу порівняння моделей розподілення обчислювальних навантажень. В даний момент ведеться робота над побудовою такого методу. Результати цієї роботи будуть представлені в наступних публікаціях.

Висновки

Отже, було запропоновано параметри оцінки ефективності моделей розподілення обчислювальних навантажень, що мають найбільший вплив на ефективність роботи IT-інфраструктури проектувального підприємства та можуть бути використані для розробки методу оцінки таких моделей та доцільності їх впровадження в конкретній проектній організації.

Список літератури

1. Судаков О.О., Бойко Ю.В., Ничипорук Т.В., Короткова Т.П. Математичні машини і системи. – 2004. – №4. – С. 57-65.
2. Глушань В.М., Іванько Р.В., Лавкрик П.В., Орлов Н.Н. Обобщение некоторых результатов исследования когнитивной модели распределенной САПР // Известия ВолгГТУ Межвузовский сборник научных статей. – №8 (46). – Волгоград, 2008. – С. 130-134.
3. Величкевич С., Демченко Ю. Использование Грид-технологий для построения распределенных САПР // Сборник тезисов "RELARN-2005". – 2005.
4. Посыпкин М.А., Хританков А.С., О понятии производительности в распределенных вычислительных системах. – Труды ИСА РАН, 2008.Т. 32. – С.26-32.
5. Топорков В. В. Модели распределенных вычислений. – М.: Физматлит, 2004. – 320 с.
6. Айрапетов Д. А. Исследование и выбор концепции распределения и использования ресурсов проектирования для САПР систем управления сложными технологическими объектами // Известия ВолгГТУ. – 2012. – № 7(94). – С.196–199.
7. Некрасова К. А. Средства защиты образовательных облачных сервисов. Сборник научных трудов SWorld. Материалы междунар. научно-практ. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2012». – Вып. 4. – Одесса: Куприенко, 2012. – 116 с.
8. Палюх Б. В., Борисов А. Л., Борисов С. Ю. Основные проблемы и перспективы развития систем распределенных вычислений // Вестник ТвГТУ. – 2012. - №180 (20). – С. 6-11.
9. Воеводин В. В., Жуматий С. А., Вычислительное дело и кластерные системы. – М.: МГУ, 2007. – 150 с.
10. Кудинов Д.Ю. Сравнение моделей масштабируемых вычислительных систем для интеграции ресурсов архитектурно-строительных САПР // Управління розвитком складних систем. –2013. – №15. – С. 130-133.

References

1. Sudakov, O. O., Boyko, U. V., Nichiporuk, T. V. & Korotkova, T.P. (2004). *Mathematical machines and systems*. – №4. – P. 57-65.
2. Glushan, V. M., Ivan'ko, R. V., Lavrik, P. V. & Orlov, N. N. (2008). *Generalization of some results of the study of the cognitive model of distributed CAD systems. Proceedings of Volgograd State Technical University Interuniversity collection of scientific articles*. – №8 (46). – Volgograd. – P. 130-134.
3. Velkevich, S. & Demchenko, Y. (2005). *Using Grid technologies for distributed CAD systems. Collection of theses "RELARN-2005"*.
4. Posypkin, M. A. & Khritankov, A.S. (2008). *On the concept of performance in distributed computing systems*. – Proceedings of ISA RAS, V. 32. – P.26-32.
5. Toporkov, V. V. *Distributed computing models*. – M: Phismathlit, 2004. – 320 p.
6. Ayrapetov, D. A. *Research and selection of the concept of distribution and use of resources for CAD design control systems for complex technological objects. Proceedings of Volgograd State Technical University*. – 2012. – № 7(94). – P.196–199.
7. Nekrasova, K. A. *Protection means of educational cloud services. Collection of scientific works SWorld. Proceedings of the international scientific-practical conference «Modern problems and their solutions in science, transportation, manufacturing and education '2012»*. – Part 4. – Odessa: Kuprienko, 2012. – 116 p.
8. Palyukh, B. V., Borisov, A. L. & Borisov, S. Y. *The main problems and prospects of development of distributed computing systems. Proceedings of Tver State Technical University*. – 2012. - №180 (20). – P. 6-11.
9. Voevodin, V. V. & Zhumatiy, S. A. *Computing and cluster systems*. – M.: Moskov State University, 2007. – 150 p.
10. Kudinov, D. Y. *Comparison of models of scalable computing systems to integrate resources of architectural CAD systems. Managing the development of Complex Systems*. –2013. – №15. – P. 130-133.

Стаття надійшла до редколегії 27.06.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Михайленко, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.