

дум., 1977. – 110 с.

3. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара – М.: Мир, 1973. 344 с.

4. Мичи Д. Интегральные роботы / Д. Мичи – Т2. – М.: Мир, 1975. – 526 с.

5. Первозванский А. А. Математические методы в управлении производством / А. А. Первозванский – М.: Наука, 1972. – 616 с.

6. Сікора Л. С. Системологія прийняття рішень в складних технологічних структурах / Л. С. Сікора – Львів.: Каменяр, 1998. – 453 с.

7. Ткачук Р. Л. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах: [посібник] / Р. Л. Ткачук, Л. С. Сікора. – Львів: Ліга-Прес, 2010. – 404 с.: схеми, табл., іл.

Поступила 10.12.2012р.

УДК 004.724.2

А.І.Петренко, С.Я.Свистунов, П.В.Свірін, НТУУ КПІ, м. Київ

БРОКЕР РЕСУРСІВ ДЛЯ Nordugrid ARC ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСУ ПОЧАТКУ ВИКОНАННЯ

Анотація. Для забезпечення вимог користувачів з продуктивності та ефективності виконання завдань грід – система повинна реалізувати ефективний алгоритм розподілу завдань між доступними на даний час обчислювальними ресурсами. Основна мета такого балансування навантаження в грід-системі – скоротити загальний час виконання завдання користувача і забезпечити ефективність використання обчислювальних ресурсів.

Ключові слова: грід, Nordugrid ARC, брокер, веб-сервіс, балансування навантаження.

Abstract. In order to provide users with performance and task execution effectivity GRID has to implement an effective brokering algorithm. The main goal of such load balancing in GRID is to decrease the overall execution time and make utilization of the computing resources effective.

Keywords: Grid, Nordugrid ARC, broker, web-service, load balancing.

Вступ

Незважаючи на те, що алгоритми балансування навантаження обчислювальних ресурсів у грід системі вже досить давно досліджуються і існує багато вже, як готових алгоритмічних рішень, так і програмних реалізацій, інтенсивний розвиток грід - технологій, вдосконалення проміжного програмного забезпечення робить проблему балансування навантаження постійно актуальною і інтерес до дослідження в цій області не зменшується. Основна мета такого балансування навантаження в грід-системі - скоротити загальний час виконання завдання користувача і

забезпечить ефективність використання обчислювальних ресурсів.

Грід-інфраструктура України (УНГ – Український національний Грід) побудована з використанням програмного забезпечення проміжного рівня (middleware) ARC (Advanced Resource Connector), що також відоме під назвою проекту NorduGrid [3].

В ARC, як с версії 0.8 так і в новій версії ARC 2.0 використовується як основний принцип максимально повна децентралізацію, тому на кожному робочому місці користувача Грід-мережі встановлюється персональний брокер, функція якого - вибір найкращого ресурсу для виконання завдання користувача, яке необхідно виконати в Грід-мережі.

В УНГ на даний момент використовується випадковий вибір ресурса, який не враховує поточного стану існуючих ресурсів. Для більш оптимального розподілу навантаження серед ресурсів необхідно розробити власні брокери, які будуть враховувати як поточний стан ресурсів, так і політику за якою відбувається балансування навантаження.

Слід відмітити, що до комплекту Nordugrid ARC входять лише найпростіші політики, отже, запропоновані методики можуть використовуватись не тільки в УНГ, а й для інших сегментів і віртуальних, організацій зі специфічними та загальними типами завдань,

Постановка задачі

Основними задачами, для яких необхідний Грід, є:

- велика кількість задач з невеликими вимогами щодо ресурси. Такі задачі виконуються протягом короткого часу;
- велика кількість задач з великими вимогами щодо ресурсів і які виконуються протягом довгого часу.

Прикладами таких задач є:

- обробка даних експерименту ALICE[5,6]. Звичайно така задача вимагає 1 процесор, дані передаються на ресурс прямо при обчисленні, максимальний час виконання – 24 години. Кількість таких задач може доходити до сотень тисяч;
- обчислення задач молекулярної динаміки. Цей клас задач вимагає велику кількість процесорів, подає на обчислення невелику кількість даних, максимальний час розрахунку таких задач – місяці. Кількість таких задач може доходити до тисяч.

Таким чином, використання єдиної стратегії для розподілу різних класів задач не є ефективним. Варіантом рішення цієї проблеми стали спеціалізовані грід системи, такі як AliEN Grid, WeNMR. Однак, кількість класів задач є дуже великою і неможливо розробити систему для кожного класу задач.

Особливостями української Грід інфраструктури є:

- 38 кластерів, малих за своїми обчислювальними потужностями [11];
- в наявності є тільки 2 ресурси з великою обчислювальною потужністю;

- всі ресурси працюють під керуванням ARC;
- різноманітна тематика розрахунків: молекулярна динаміка, фізика, хімія, астрономія і т.і., велика кількість віртуальних організацій.

Особливостями брокера ресурсів в Nordugrid ARC є:

- наявність лише спрощених політик розподілу задач
- орієнтація роботи системи на обробку результатів експеримента ATLAS[7,9,10], в якому переважають короткі задачі з невеликими об'ємами даних. Спеціально для цього експеримента було розроблено брокер, що робить висновок щодо цільового ресурса враховуючи об'єм необхідних даних в кеші обчислювального ресурса і, таким чином, зменшуючи час передачі даних.

Таким чином, в українському сегменті немає брокерів, що підходять для оптимального розподілу задач всіх класів.

В реальності задачі, що вимагають 10-30 процесорів направляються на виконання на кластер інститута кібернетики і очікують в черзі протягом днів. Туди ж можуть потрапляти більш короткі задачі і теж простоюють в черзі.

Отже, мета оптимального брокера для УНГ:

- направлення коротких задач – на більш слабкі ресурси
- направлення довгих задач – на більш потужні.

Алгоритм

Для оптимізації процесу розподілу задач між ресурсами ми застосуємо вибір ресурса за критерієм мінімальної відстані у часі між подачею завдання на ресурс та початку виконання цього завдання. Існуючий у складі Nordugrid ARC брокер ресурсів за довжиною черги завдань не завжди точно може визначити ресурс, оскільки він оперує кількістю задач, а не оцінками їх довжин.

Суть алгоритма полягає в наступних кроках:

1. Опитуванні деякого сервіса, який повертає оцінки мінімального часу початку виконання завдання, для якого шукається обчислювальний ресурс;
2. Направлення завдання на ресурс з найближчим часом початку виконання.

Моделювання алгоритму

Для симуляції ми використовували симулятор Alea3 [13], що базується на відомому симуляторі Gridsim [14]. В якості вхідного файлу використовувався стандартний файл задач metacentrum.mwf, в якому знаходяться описи 103 тис. задач.

Для симуляції розподіленого брокера із використанням ми будемо використовувати модифіковану політику FCFS (First Come First Served). Стандартну реалізацію FCFS для Alea3 неможливо використовувати для

моделювання розподіленого брокера, адже вона жорстко зав'язана на централізований брокер з ітеративними проходами по черзі задач, поки всі задачі не будуть розподілені на ресурси. В реальному децентралізованому брокері завдання розглядається лише один раз відносно наявних ресурсів і робиться рішення щодо відповідного ресурса-кандидата, на якому це завдання одразу почне виконуватись або очікуватиме початку свого виконання у черзі ресурса.

На Рис.3 показано результат моделювання брокера з випадковим вибором ресурса. Такий алгоритм є стандартним для УНГ. Моделювання показало неефективність розподілу завдань між ресурсами, на виконання пакету завдань витрачено більше за 400 днів (Рис. 1)

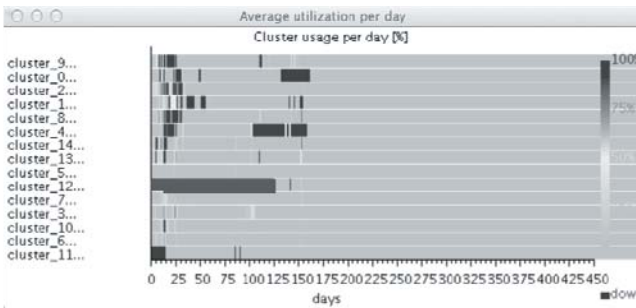


Рис. 1. Завантаження ресурсів при використанні алгоритму випадкового вибору

Моделювання алгоритму з оцінкою часу показало значно кращий результат 47 днів для виконання пакету завдань при більш рівномірному завантаженні ресурсів (Рис. 2).

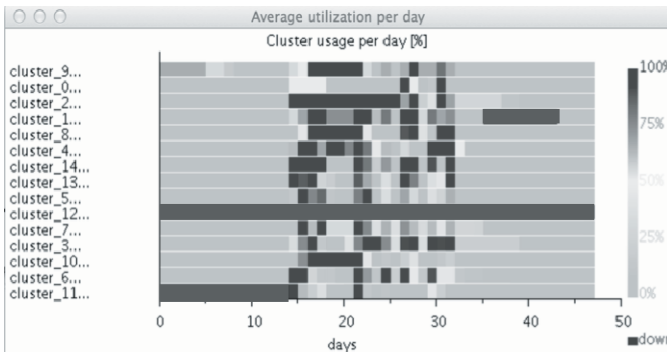


Рис. 2. Завантаження ресурсів при використанні алгоритму з оцінкою часу початку виконання

Запропонована архітектура

Спробуємо адаптувати вказаний алгоритм до інструментарія Nordugrid ARC. Оскільки Nordugrid ARC є стандартизованим інтерфейсом для систем виконання завдання (LRMS – local resource management system), то в наявності є лише обмежена кількість функцій, серед яких немає прогнозування початку виконання задачі на ресурсі.

Таким чином, необхідно розробити сервіс, який буде розраховувати приблизний час початку виконання і передавати його до клієнта за запитом (Рис. 3).

Всередині такого сервісу знаходиться таблиця відповідності довжини завдання до показника продуктивності процесора, на якому проводилось еталонне замірювання необхідного часу.

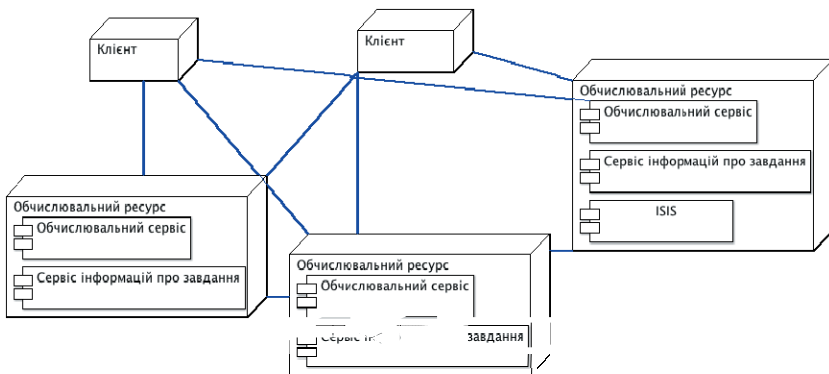


Рис. 3. Архітектура на базі Nordugrid ARC

Сервіс розраховує оцінку наступним чином:

1. Отримує список задач на ресурсі;
2. Отримує оціночні довжини виконання для кожного типу задач на ресурсі;
3. Розраховує оцінку початку виконання завдання і повертає у відповіді на запит.

Сервіс збереження відомостей про довжини задачі задач зберігає довжини виконання завдання на певному типі процесора, тобто:

$$L = f(T_i, T_{cpu}),$$

де T_i – тип завдання, T_{cpu} – тип процесора кластера, на якому знаходиться сервіс. При відсутності типу процесора у списку процесорів використовується середній час даного типу завдання для всіх типів процесорів, щодо яких є інформація.

Також можлива реалізація сервіса, який буде зберігати етапи

виконання завдань. Таким чином, можливе більш гнучке керування прогнозуванням часу початку виконання завдання.

Висновки

В статті проведено огляд поточного стану брокера завдань для УНГ. Алгоритм брокера, який використовується на даний момент, має низьку ефективність, оскільки через довге очікування у черзі обчислювального ресурса завдання з коротким граничним часом виконання має ризик бути відкинутим цим обчислювальним ресурсом.

Для підвищення ефективності роботи брокера запропоновано використовувати алгоритм із прогнозуванням часу початку завдання. Проведене моделювання сегменту Грід, який використовує даний алгоритм, показав його перевагу перед алгоритмом випадкового вибору ресурса. Для реалізації подібної системи в середовищі Nordugrid ARC проведено адаптацію архітектури з урахуванням можливостей вказаної платформи.

Отримані результати показують доцільність використання і можливість подальшого вдосконалення брокерів на базі розглянутої архітектури.

1. *А. Петренко* Алгоритм оцінки завантаженості ГРІД-сайту / *Петренко А.І., Свістунов С.Я., Свірін П.В* // Системный анализ и информационные технологии : 13-я международная научно-техническая конференция «САИТ-2011», 23-28 мая 2011, Киев, Украина : материалы. – К. : УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2011. – С. 388.
2. *Y. Chao-Tung*. A Grid Resource Broker with Network Bandwidth-Aware Job Scheduling for Computational Grids / *Y. Chao-Tung, C. Sung-Yi, C. Tsui-Ting*. // *Advances in Grid and Pervasive Computing*. – 2007 - Vol. 4459. - pp.1 - 12.
3. Веб-сайт Nordugrid ARC. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.nordugrid.org>
4. *А.Загородний*. Український академічний грид: Українсько-македонський науковий збірник, Випуск 4 / *А.Загородний, Г. Зиновьев, Е. Мартынов, С. Свистунов*. - Київ 2009, Вид.Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського. - с.140-150.
5. *A. Read*. Complete Distributed Computing Environment for a HEP Experiment: Experience with ARC-Connected Infrastructure for ATLAS. [Електронний ресурс] / *A. Read, A. Taga, F. Ould-Saada, K. Pajchel, B. H. Samset, D. Cameron*. - Режим доступа: <http://www.nordugrid.org/documents/hep07-atlas.pdf>
6. *B. Beckles*. Report on Swegrid/NorduGrid and the relationship between Swegrid and EGEE. [Електронний ресурс] - Режим доступа: https://www.jiscmail.ac.uk/cgi-bin/webadmin?A3=ind0405&L=ETF&E=BASE64&P=361112&B=---559023410-1144747756-1085753675%3D%3A6504&T=APPLICATION%2Fpdf;%20name=%22Swegrid_report.pdf%22&N=Swegrid_report.pdf
7. *J. Kennedy*. ATLAS Production System. [Електронний ресурс] - Режим доступа: http://www.etp.physik.uni-muenchen.de/dokumente/talks/jkennedy_dpg07.pdf
8. Extended Resource Specification Language. [Електронний ресурс] - Режим доступа: <http://www.nordugrid.org/documents/xrsl.pdf>
9. *J. C. Werner*. Grid computing in High Energy Physics using LCG: the BaBar experience. [Електронний ресурс] - Режим доступа:

http://www.gridpp.ac.uk/papers/ahm06_werner.pdf

10. L. Boyanov. On the employment of LCG GRID middleware. [Електронний ресурс] / L. Boyanov, P. Nenkova. - Режим доступа:

<http://ecet.eecs.ru.acad.bg/cst05/Docs/cp/SII/II.11.pdf>

11. Grid Monitor. [Електронний ресурс] - Режим доступа: <http://gridmon.bitp.kiev.ua/>

12. А. Петренко. Гібридний Алгоритм брокера для Nordugrid ARC 2.0. / Петренко А.І., Свистунов С.Я., Свірін П.В. // НРС UA 2012: друга міжнародна конференція «Високопродуктивні обчислення», 8-10 жовтня, 2012, Київ, Україна 8-10 жовтня : матеріали. - К. : Національна академія наук України, 2012. - с. 275.

13. Klusacek, D., Matyska, L., Rudova, H.: Alea-Grid Scheduling Simulation Environment. Lecture Notes in Computer Science 4967 (2008) 1029

14. R. Buyya. GridSim: A Toolkit for the Modeling and Simulation of Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing / R. Buyya, M. Murshed // CONCURRENCY AND COMPUTATION: PRACTICE AND EXPERIENCE., 2002, Vol. 14, No.13, 1175—1220.

Поступила 7.02.2013р.

УДК 004.451.7.031.43

М.О.Медиковський, д.т.н., проф., І.Г.Цмоць, д.т.н., проф., В.С.Кравчишин, аспірант, НУ “Львівська політехніка”

МЕТОДИ ОПЕРАТИВНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ В ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ РЕГІОНУ

Проаналізовано та визначено переваги та недоліки методів оперативної обробки даних, вибрано метод оперативного опрацювання даних для інтегрованих систем автоматизованого управління енергоефективністю регіону.

Ключові слова: оперативна обробка, автоматизовані системи управління, моделі, дані, методи, засоби, інтелектуальний аналіз.

Проанализировано и определено преимущества и недостатки методов оперативной обработки данных, выбран метод оперативной обработки данных для интегрированных систем автоматизированного управления энергоэффективностью региона.

Ключевые слова: оперативная обработка, автоматизированные системы управления, модели, данные, методы, средства, интеллектуальный анализ.

Analyzed and defined advantages and disadvantages of methods of operational data processing, selected method of operational data processing for integrated systems of automated management of energy efficiency of region

Key words : operative processing, Automated Control Systems, model data, methods, means intelligent analysis.