

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

УДК 004.8/681.5

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4\(35\).3-7](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).3-7)

Р.М. Минайленко, доц., канд. техн. наук, **Є.В. Мелешко**, доц., д-р техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна
e-mail: aron70@ukr.net, elismelashko@gmail.com

Проблеми розподілених обчислень та шляхи їх вирішення

В статті розглядаються проблеми розподілених обчислень та можливі шляхи їх вирішення. З початком розвитку обчислювальних мереж і появою Інтернету, з'явилась велика кількість віддалених сервісів які пропонують свої наявні обчислювальні ресурси. З одного боку, в результаті такої співпраці, можна вирішити проблему недостатності власних апаратних ресурсів, але, з другого боку, виникає ряд проблем, а саме: відсутність стандартів та алгоритмів розробки і моделювання як головних засобів побудови систем розподілених обчислень; відсутність універсальних і зручних інструментів розробки додатків; технічні проблеми та обмеження, які визначаються існуючими на даний час технічними рішеннями для побудови систем обробки даних з відносно високою продуктивністю; мала кількість і вузька направленість задач які б могли приносити прибуток. Означені проблеми потребують комплексного вирішення.

розподілені обчислення, обчислювальні ресурси, алгоритми, моделювання

Постановка проблеми. На теперішній час існує велика кількість часто використовуваних сервісів користувача пов'язаних з активними дослідженнями та розробками. Серед них можна виокремити найбільш важливі, які спонукають розвиток галузі розподілених обчислень. До таких відносять:

- паралельні обчислення;
- розподілені обчислення;
- бази даних і розподілені файлові системи;
- обчислювальні ферми або ферми майнінга.

Вказані вище сервіси забезпечують розвиток головних ознак розподілених обчислювальних систем. Такими ознаками є:

- організація обчислювального процесу;
- забезпечення обслуговування;
- можливість зберігання даних;
- відмовостійкість;
- забезпечення постійного доступу.

З початком розвитку обчислювальних мереж і появою Інтернету, з'явилась велика кількість віддалених сервісів які пропонують свої наявні обчислювальні ресурси. З одного боку, в результаті такої співпраці, можна вирішити проблему недостатності власних апаратних ресурсів, але, з другого боку, виникає ряд проблем, а саме:

- відсутність стандартів та алгоритмів розробки і моделювання як головних засобів побудови систем розподілених обчислень;
- відсутність універсальних і зручних інструментів розробки додатків;

– технічні проблеми та обмеження, які визначаються існуючими на даний час технічними рішеннями для побудови систем обробки даних з відносно високою продуктивністю;

– мала кількість і вузька направленість задач які б могли приносити прибуток і потребують комплексного вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із способів вирішення складних обчислювальних задач з використанням певної кількості комп'ютерів об'єднаних в паралельну обчислювальну систему є застосування розподілених обчислень[1]. Прикладом такої системи є високопродуктивні кластерні пристрої, оснащені обчислювальними вузлами. Існує велика кількість задач, що потребують використання розподілених обчислень серед яких, в зв'язку з їх актуальністю, можна виокремити наступні:

– структурне та імітаційне моделювання об'єктів і проведення аналізу складних систем;

– числові розв'язки систем диференціальних рівнянь великої розмірності з багатьма змінними;

– керування складними технологічними процесами в режимі online в умовах невизначеності;

– обробка великих масивів інформації та інші [2].

В деяких галузях розподілені обчислення дозволили звичайним користувачам Інтернету досягнути потужностей які не можуть собі дозволити світові ІТ-компанії, що мають власні суперкомп'ютери [3].

На теперішній час існує декілька прикладних областей які використовують розподілені обчислення і пливають на їх розвиток:

– соціальні мережі;

– хмарні сервіси;

– пошукові системи;

– online-ігри [4];

– проекти “добровільних обчислень” [5,6].

Постановка завдання. Під час організації обчислень пов'язаних з обробкою даних, важливим питанням є раціональний розподіл даних з точки зору ефективного вирішення задачі. Звичайні користувачі цим не займаються, так як, частіше всього, вони використовують готові рішення для своїх задач.

Навіть при створенні нових розподілених систем професійними програмістами, специфіка прикладних областей повністю не враховується.

Тобто, створювані програмні продукти, не передбачають можливості адаптування до конкретних задач користувачів, хоча робота в цьому напрямку значно активізувалась [7,8].

Вирішення проблем універсальності застосування розподілених обчислень лежить у створенні методик розробки програмних продуктів і створенні узагальнених рішень які були б придатними для застосування в різних галузях досліджень.

Виклад основного матеріалу. На теперішній час виділяють декілька напрямків вирішення проблеми універсальності розподілених обчислень:

– оптимізація архітектури та алгоритмів взаємодії з метою використання відкритого мереженого простору для обміну даними;

– створення і розвиток нових протоколів мережі обміну даними;

– налаштування швидкого доступу до даних в процесі обчислень;

– розробка нових універсальних методів моделювання і їх застосування в процесі розробки додатків для розподілених обчислень;

- створення універсальних програмно-апаратних засобів для побудови систем розподілених обчислень;

- узагальнення і інтеграція методів вирішення конкретних задач для створення передумов вирішення узагальненої задачі в межах розподілених обчислень.

- застосування модульної архітектури яка забезпечуватиме можливість гнучкості системи і її розвиток, що суттєво може спростити процес створення додатків і розширити коло користувачів.

Потрібно відмітити, що створення модульних систем потребує певних передумов, а саме:

- побудови гнучкої системи з масштабованою архітектурою;
- механізмів балансування навантаження, які б працювали автоматично;
- можливості використання прикладними програмістами та звичайними користувачами.

Засобами розробки додатків для розподілених обчислень є різноманітні бібліотеки (GLOBE [9]) та інтегровані середовища розробок такі як IDE, або спеціалізоване програмне забезпечення у вигляді платформ для обчислень (BIONIC [10]). В той же час відсутні універсальні інструменти яким була в властива простота та зручність з широким колом застосування розподілених обчислень. Більшість розробок починається з “чистого аркуша” і значна частина зусиль і ресурсів скеровується на реалізацію повної інфраструктури системи, замість того, щоб зосередитись на створенні конкретного алгоритму чи підсистеми. Тобто універсальність програмно-апаратних засобів побудови систем розподілених обчислень дозволить спростити і пришвидшити процес розробки додатків.

Однією із основних проблем розподілених обчислень є повільний розвиток високошвидкісного мереженого обладнання яке могло б конкурувати із внутрішніми з'єднаннями. Збільшення швидкості передачі даних з використанням застарілих технологій неможливе по ряду технологічних і фізичних причин [11]. Дослідження в галузі розробки нових протоколів передачі даних і їх оптимізація проводяться, але остаточного рішення поки не існує [12].

Процес розробки розподіленого програмного забезпечення потребує створення великої кількості елементів керування і взаємо зв'язків між ними. Тут можна виділити декілька основних проблем, а саме:

- спроможність забезпечення конфіденційності з'єднання і конфіденційності даних користувача;

- забезпечення захисту системи від несанкціонованого зовнішнього та внутрішнього впливу;

- підтримка цілісності та відмовостійкості системи.

Вирішення означених вище проблем потребує застосування різноманітних методів моделювання з визначеними стандартами та близьких до реальності, але таких методів на даний час не існує [13].

Висновки. В статті проведено огляд проблем розподілених обчислень та можливі шляхи їх вирішення. Показано, що такі фактори як: відсутність стандартів та алгоритмів розробки і моделювання як головних засобів побудови систем розподілених обчислень; відсутність універсальних і зручних інструментів розробки додатків; технічні проблеми та обмеження, які визначаються існуючими на даний час технічними рішеннями для побудови систем обробки даних з відносно високою продуктивністю; мала кількість і вузька направленість задач, значно впливають на розвиток технологій розподілених обчислень і потребують комплексного вирішення.

Список літератури

1. Распределенные вычисления . Википедия – свободная энциклопедия: веб-сайт. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Распределенные_вычисления (дата звернення: 5.01.2021).
2. Распределенные и параллельные вычисления . Викиучебник: веб-сайт. URL: https://ru.wikibooks.org/wiki/Распределенные_и_параллельные_вычисления (дата обращения: 5.01.2021).
3. Ализар А. Вычислительная мощь сети. Bitcoin 250 раз обошла все суперкомпьютеры мира вместе взятые. *Хакер*. 2013. URL: <https://xakep.ru/2013/11/29/61683> (дата звернення 3.09.2020).
4. Massively multiplayer online role-playing game . Википедия – свободная энциклопедия: веб-сайт. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Massively_multiplayer_online_role-playing_game (дата обращения: 15.09.2020).
5. Добровольные вычисления . Википедия – свободная энциклопедия: веб-сайт. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Добровольные_вычисления (дата звернення: 15.06.2020).
6. Самые опасные распределенные вычисления . *Хакер*. 2008. URL: <https://xakep.ru/2008/01/14/41851/> (дата обращения: 15.09.2020).
7. Ильин П.Е. Организация территориально-распределенных вычислений с использованием декомпозиционных моделей . Научная электронная библиотека disserCat: веб-сайт. URL: <http://www.dissercat.com/content/organizatsiya-territorialno-raspredelennykh-vychislenii-s-ispolzovaniem-dekompozitsionnykh-modelей> (дата обращения 11.09.2020).
8. Шамакина А.В. Обзор технологий распределенных вычислений. *Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика*. 2014. № 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/obzor-tehnologiy-raspredelennykh-vychisleniy> (дата обращения: 15.11.2020).
9. The Globe Project . URL: <http://www.cs.vu.nl/~philip/globe/> (дата звернення: 27.04.2020).
10. BOINC . Википедия – свободная энциклопедия: веб-сайт. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/BOINC> (дата обращения: 15.11.2020).
11. Лушакова А. Крах сети Интернет наступит через 8 лет – прогнозы специалистов по телекоммуникациям . *Новостной портал «The Jewish Times»*. URL: http://jtimes.ru/news/nauka_i_tekhnika/14141-al-krah-internet (Last accessed: 11.09.2020).
12. Компьютер сгенерировал эффективные но непонятные человеку алгоритмы ускорения TCP . *Хабрахабр*. URL: <http://habrahabr.ru/post/187278/> (дата обращения 11.09.2020).
13. Распределенная система защиты облачных вычислений от сетевых атак /А.А. Талалаев, И.П. Тищенко, В.П. Фраленко, В.М. Хачумов. *Вестник СибГУТИ*. 2013. № 3. URL: http://vestnik.sibsutis.ru/uploads/1377745931_1452.pdf (дата обращения: 5.01.2021).

References

1. Raspredelennyye vychisleniya . Vikipediya – svobodnaya jenciklopediya: veb-sajt. [Distributed computing. Wikipedia - the free encyclopedia: website]. *ru.wikipedia.org*. Retrieved from https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspredelennyye_vychisleniya [in Russian].
2. Raspredelennyye i parallel'nye vychisleniya. Vikiuchebnik. [Distributed and parallel computing. Wikibooks: website.]. *ru.wikibooks.org*. Retrieved from https://ru.wikibooks.org/wiki/Raspredelennyye_i_parallel'nye_vychisleniya [in Russian].
3. Alizar, A. (2013). Vychislitel'naja moshh' seti Bitcoin v 250 raz obognala vse superkomp'yutery mira vmeste vzjatye. Haker. [Computing power of the network. Bitcoin has surpassed all supercomputers in the world combined 250 times. Hacker.]. *xakep.ru*. Retrieved from <https://xakep.ru/2013/11/29/61683> [in Russian].
4. Massively multiplayer online role-playing game. Vikipediya – svobodnaya jenciklopediya [Massively multiplayer online role-playing game. Wikipedia is the free encyclopedia: website.]. *en.wikipedia.org*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Massively_multiplayer_online_role-playing_game [in Russian].
5. Dobrovol'nye vychisleniya. Vikipediya – svobodnaya jenciklopediya. [Voluntary computing. Wikipedia is the free encyclopedia: website]. *ru.wikipedia.org*. Retrieved from https://ru.wikipedia.org/wiki/Dobrovol'nye_vychisleniya [in Russian].
6. Samye opasnye raspredelennyye vychisleniya. Haker [The most dangerous distributed computing. Hacker.]. (2008). *xakep.ru*. Retrieved from <https://xakep.ru/2008/01/14/41851/> [in Russian].
7. Il'in, P.E. Organizacija territorial'no-raspredelen-nyh vychislenij s ispol'zovaniem dekompozicionnyhmodelej [Organization of geographically distributed computing using decomposition models. Scientific electronic library disserCat: website]. *www.dissercat.com*. Retrieved from

- <http://www.dissercat.com/content/organizatsiya-territorialno-raspredelennykh-vychislenii-s-ispolzovaniem-dekompozitsionnykh-model> [in Russian].
8. Shamakina, A.V. (2014). Obzor tehnologij raspredelennykh vychislenij [Overview of distributed computing technologies]. *Vestnik JuUrGU. Serija: Vychislitel'naja matematika i informatika – Bulletin of SUSU. Series: Computational Mathematics and Informatics*. 3. Retrieved from <http://cyberleninka.ru/article/n/obzor-tehnologiy-raspredelennykh-vychisleniy> [in Russian].
 9. The Globe Project . www.cs.vu.nl/~philip/globe/ [in English].
 10. BOINC .Vikipedija svobodnaja jenciklopedija [BOINC. Wikipedia - the free encyclopedia: website]. [ru.wikipedia.org](https://ru.wikipedia.org/wiki/BOINC). Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/BOINC> [in Russian].
 11. Lushakova, A. Krah seti Internet nastupit cherez 8 let – prognozy specialistov po telekommunikacijam: [The collapse of the Internet will come in 8 years - forecasts of experts in telecommunications]. Novostnoj portal «The Jewish Times». *jtimes.ru*. Retrieved from <http://jtimes.ru/news/nauka-i-tehnika/14141-al-krah-internet> [in Russian].
 12. Komp'yuter sgeneriroval jeffektivnye, no neponjatnye cheloveku algoritmy uskorenija TCP [The computer has generated efficient but human-incomprehensible TCP acceleration algorithms]. *Habrahabr*. <http://habrahabr.ru/post/187278/> [in Russian].
 13. Talalaev, A.A., Tishhenko, I.P., Fralenko, V.P. & Hachumov V.M. (2013). Raspredeljonaja sistema zashhity oblachnykh vychislenij ot setevykh atak [Distributed security system for cloud protection from network attacks]. *Vestnik SibGUTI – Vestnik SibGUTI*. 3. Retrieved from http://vestnik.sibsutis.ru/uploads/1377745931_1452.pdf [in Russian].

Roman Minailenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Elisaveta Meleshko**, Assoc. Prof., DSc.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Problems of Distributed Computing and Ways to Solve Them

The article considers the problems of distributed computing and possible ways to solve them. With the beginning of the development of computer networks and the advent of the Internet, a large number of remote services have appeared that offer their available computing resources. On the one hand, as a result of such cooperation, it is possible to solve the problem of insufficiency of own hardware resources, but, on the other hand, there are a number of problems, namely: lack of standards and algorithms of development and modeling as the main means of building distributed computing systems; lack of universal and convenient application development tools; technical problems and limitations, which are determined by the currently existing technical solutions for the construction of data processing systems with relatively high performance; small number and narrow focus of tasks that could generate income and require a comprehensive solution.

One of the main problems with distributed computing is the slow development of high-speed network equipment that could compete with internal connections. Increasing the data transfer rate using outdated technologies is impossible for a number of technological and physical reasons. Research in the field of development of new data transmission protocols and their optimization is carried out, but the final decision does not yet exist.

When organizing calculations related to data processing, an important issue is the rational distribution of data in terms of effective problem solving. Ordinary users do not do this, because most often they use ready-made solutions for their tasks. Even when creating new distributed systems by professional programmers, the specifics of application areas are not fully taken into account. That is, the created software products do not provide the ability to adapt to specific tasks of users, although work in this direction has significantly intensified. The solution to the problems of universality of the application of distributed computing lies in the creation of methods for software development and the creation of generalized solutions that would be universal and suitable for use in various fields of research.

distributed computing, computing resources, algorithms, modeling

Одержано (Received) 27.01.2021

Прорецензовано (Reviewed) 19.02.2021

Прийнято до друку (Approved) 26.04.2021