

УДК 004.623

В.М. Ткачов

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Харків

МЕТОД ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ ПРОМІЖНОГО ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ СКЛАДНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Розглянута проблема організації середовища для передачі даних з мінімальними затримками в складних інформаційних системах та виокремлено рішення з організації такого середовища у вигляді комп'ютерної мережі. Розкрито суть функції проміжного зберігання даних в мережі. Зроблений аналіз літератури та поставлена задача розробки методу передачі даних в спеціалізованій комп'ютерній мережі. Приведений коротенький опис даної мережі, розроблено алгоритми функціонування її вузлів. Надані рекомендації щодо практичного застосування та зроблені відповідні висновки.

Ключові слова: передача даних, проміжне зберігання, складна інформаційна система, метод.

Вступ

Однією з головних задач в теорії побудови складних інформаційних систем є організація обміну інформацією між її підсистемами, компонентами або вузлами. Як правило, середовище для передачі даних розглядається у вигляді гетерогенної комп'ютерної мережі, а сама мережа не завжди є складовою складної інформаційної системи [1]. Це призводить до спонтанних затримок в процесі передачі даних, що, в свою чергу, збільшує час виконання завдань задачі. Наприклад, при організації розподілених хмарних обчислень за умови виділення фактичного часу для проведення розрахунків, деяка його частина витрачається на передачу даних до віртуальної обчислювальної системи. Точно спрогнозувати необхідний сумарний час – стає не вирішуваною задачею, адже динаміка зміни пропускнуої можливості комп'ютерних мереж провайдерів – довготривала задача, на вирішення необхідний час, за який сам сенс передачі даних стає не актуальним. Застосовується квазіоптимальне рішення, побудоване на використанні мінімальних значень пропускнуої можливості на підставі статистики застосувань підходу [2].

Відсутність системи універсальних рішень щодо побудови єдиної моделі організації передачі даних стала причиною пошуку рішень у контексті створення віртуальних мереж для передачі даних в складних інформаційних системах. Тобто, такі мережі, по-перше, розглядаються як підсистеми складних інформаційних мереж; по-друге, з'являється критерій гнучкості щодо створення методів для передачі даних в таких структурах.

Аналіз публікацій та постановка задачі. У роботі [3] розглянуто існуючі тенденції передачі даних в глобальних мережах та запропоновано спосіб організації інформаційної систему через систему апаратно-програмного комплексу проміжної мережі передачі даних. Особливістю запропонованого способу є побудова моделі та проведення тестування з урахуванням тенденцій завантаження мережі, а потім передача досвіду системі, яка буде будувати ма-

шрути передачі даних в динамічному режимі. Недоліком запропонованого способу є складність в реалізації та значна затримка для виконання процедур автоматичного моделювання при кожній новій ітерації формування політик передачі згрупованих масивів даних між підсистемами інформаційної системи. У патенті США [4] задекларовано можливість застосування проміжних віртуальних мереж, як середовища для передачі даних між компонентами, але не наведено рекомендацій щодо особливостей практичної реалізації. У книзі [5] описана можливість застосування віртуальних додатків шляхом налаштування на обладнанні деяких виробників для можливості створення туманної мережі буферизації даних. Однак також не наведено рекомендацій щодо особливостей практичної реалізації та відсутня інформація щодо механізмів взаємодії різних віртуалізованих рішень в рамках спільної задачі.

Таким чином, актуальною є задача розробки методу передачі даних в комп'ютерній мережі, яка реалізує функцію віртуального середовища для збереження та транспортування даних в рамках функціонування складної, територіально розподіленої інформаційної системи.

Результати досліджень

Коротенький опис підсистеми збереження даних в складній інформаційній системі. Позначимо:

$\varphi_{i+n, i+n} - i$ -й вузол комп'ютерної мережі

проміжного зберігання даних складної інформаційної системи, який характеризується: s – ємністю власної системи збереження даних; x_t^{i+n} – час завантаження даних в систему збереження даних в t -й момент часу із $(i+n)$ -го вузла ($n = 1, 2, \dots, \ell$); y_t^{i+n} – час вивантаження даних із системи збереження даних в t -й момент часу до $(i+n)$ -го вузла ($n = 1, 2, \dots, \ell$); ϕ_j – j -е маршрутизатор (фактичний або віртуальний (SaaS)).

Враховуючи інші елементи, підсистему можна представити як $\Theta = \{\varphi, \phi\}$, або у вигляді кортежу:

$$\Theta = \{\Phi, \Gamma, G, W, F\} \quad (1)$$

де $G = \{g\}$ – множина зав'язків між елементами підсистеми; $W = \{w\}$ – множина зав'язків між елементами підсистеми та системи; F – функція підсистеми.

Враховуючи раніше введені параметри, маємо:

$$\Theta^\varphi, \Theta^\phi = \{m^i\} = \{m_{\varphi}^i, m_{\phi}^i\} \quad (2)$$

Загальний вигляд описаної підсистеми наведено на рис. 1.

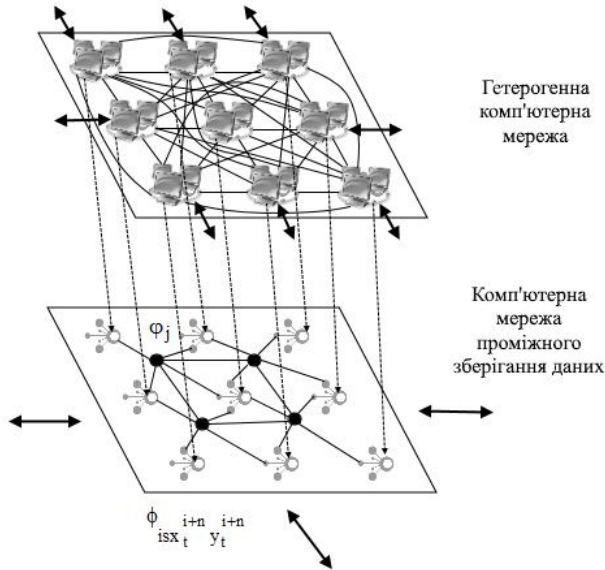


Рис. 1. Загальний вигляд підсистеми

Алгоритм функціонування комп'ютерної мережі проміжного зберігання даних.

Крок 1. На ϕ_j маршрутизатор надходить запит від підсистеми, яка ініціює запит на передачу даних ($t_{y_t^{\varphi_i}}$) до іншої підсистеми ($\kappa_{x_t^{\varphi_i}}$) (підсистема $t_{y_t^{\varphi_i}}$ надсилає бродкаст-запит, а обслуговуючим маршрутизатором ϕ_j стає перший, хто відповів на запит).

Крок 2. Маршрутизатор ϕ_j надсилає підсистемі $t_{y_t^{\varphi_i}}$ запит про об'єм даних для передачі та $\kappa_{x_t^{\varphi_i}}$ – ідентифікатор підсистеми.

Крок 3. Маршрутизатору ϕ_j підсистема $t_{y_t^{\varphi_i}}$ надсилає необхідну інформацію

Крок 4. Маршрутизатор ϕ_j на підставі моделі функціонування комп'ютерної мережі проміжного зберігання даних запускає необхідний сценарій подальших дій. Якщо обсяг даних $S_{\text{ук}}$, що необхідно передати, набуває значення $S_{\text{ук}} \leq S'$, то виконується послідовність кроків 5.1-5....; якщо $S' \leq S_{\text{ук}} \leq S''$, то – кроки 6.1-6....; якщо $S_{\text{ук}} \geq S''$, то – кроки 7.1-7.2.

Крок 5. Виконується сценарій з застосуванням одного вузла мережі (рис. 2).

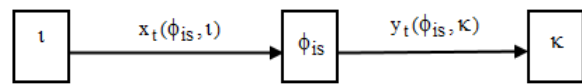


Рис. 2. Сценарій з одним вузлом

Крок 5.1. Формується матриця затримок (1):

$$\begin{pmatrix} \uparrow\downarrow & \varphi_{1s} & \varphi_{2s} & \dots & \varphi_{is} & t & \kappa \\ \varphi_{1s} & - & * & \dots & * & * & y_t(\varphi_{1s}, \kappa) \\ \varphi_{2s} & * & - & \dots & * & * & y_t(\varphi_{2s}, \kappa) \\ \dots & \dots & \dots & - & \dots & \dots & \dots \\ \varphi_{is} & * & * & \dots & - & * & y_t(\varphi_{is}, \kappa) \\ t & x_t(\varphi_{1s}, t) & x_t(\varphi_{2s}, t) & \dots & x_t(\varphi_{is}, t) & - & * \\ \kappa & * & * & \dots & * & * & - \end{pmatrix}$$

Крок 5.2. Виконується пошук вузла, затримка передачі даних через який був би мінімальний (2):

$$x_t(\varphi_{is}, t) + y_t(\varphi_{is}, \kappa) + t_{\text{const}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де t_{const} – час проходження даних через вузол.

Крок 5.3. Виконується передача даних між підсистемами $t_{y_t^{\varphi_i}}$ та $\kappa_{x_t^{\varphi_i}}$ через вузол φ_{is}^{i+n} .

Перехід до кроку 8.

Крок 6. Виконується сценарій з застосуванням двох вузлів мережі. Вузли мережі будуть приймати значення: $t_{y_t^{\varphi_i}}$ та $\kappa_{x_t^{\varphi_i}}$ (рис. 3).



Рис. 3. Сценарій з двома вузлами

Крок 6.1. Формується матриця (1) та визначається квазіоптимальний маршрут передачі даних, описаний в роботі [6].

Крок 6.2. Виконується передача даних між підсистемами через вузли підсистеми $t_{y_t^{\varphi_i}}$ та вузол підсистеми $\kappa_{x_t^{\varphi_i}}$.

Перехід до кроку 8.

Крок 7. Виконується сценарій з застосуванням трьох і більше вузлів мережі. Вузли мережі будуть приймати наступні значення: вузол підсистеми $t_{y_t^{\varphi_i}}$ та вузол підсистеми $\kappa_{x_t^{\varphi_i}}$ та інші проміжні вузли

$$\varphi_{is}^{i+n} \varphi_{yt}^{i+n}$$

Крок 7.1. Формується матриця (1) та визначається квазіоптимальний маршрут передачі даних між підсистемами та вузлами та між самими вузлами, описаний в роботі [6].

Крок 7.2. Виконується передача даних між підсистемами через вузли підсистеми $t_{y_t^{\varphi_i}}$ та вузол підсистеми $\kappa_{x_t^{\varphi_i}}$ й інші проміжні вузли $\varphi_{is}^{i+n} \varphi_{yt}^{i+n}$.

Крок 8. Після передачі останньої порції даних, процес передачі завершується.

Експеримент. При експериментальному аналізі характеристик розробленого методу передачі даних з проміжним зберіганням як підсистеми, яка виступала в ролі джерела даних був використаний сервер зберігання даних наукових експериментів по обробці даних типу Big Data лабораторії спеціалізованих цифрових обчислювальних структур науково-навчального центру проблемно-орієнтованих обчислювальних засобів кафедри електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки, а в якості підсистеми отримання даних – центру обробки даних – обчислювальний центр Харківського національного економічного університету ім. Семена Кузнеця. У якості комп'ютерної мережі проміжного зберігання були використані комп'ютерні мережі лабораторій моделювання систем ХНУРЕ і обчислювального центру ХНЕУ ім. С. Кузнеця.

Експеримент проводився в лютому 2017 року. Для передачі експериментальних даних відповідно до розробленого алгоритму роботи підсистеми проміжного зберігання даних були використані шістьнадцять проміжних серверів зберігання даних, що представляють собою віртуальні машини на базі обчислювальної техніки лабораторій. На серверах була організована робота спеціалізованих програмних клієнтів, що реалізують роботу проміжних серверів зберігання даних і маршрутизаторів.

Передавалися дані різних обсягів в рамках заданих інтервалів. Після вибору оптимального маршруту передачі даних, джерело даних здійснювало мультипотоківу передачу даних об'ємом 1, 10 і 100 Гб. Результати експерименту були усереднені. Отриманий результат свідчить про скорочення часу передачі через комп'ютерну мережу проміжного зберігання до 20%.

Висновки

В результаті проведеної роботи був розроблений метод передачі даних в комп'ютерній мережі проміжного зберігання даних складної інформаційної системи та були виявлені такі його властивості:

- у разі відмови в обслуговуванні усіма проміжними серверами зберігання даних спеціалізова-

ної мережі, джерело даних передає дані безпосередньо в центр обробки даних;

- експериментально встановлено, що час передачі даних скоротився до 20% за рахунок раціонального використання мережі проміжного зберігання;

- розроблений метод забезпечує стійку передачу даних шляхом можливості використання однієї з сучасних прикладних технологій обміну даними (наприклад, FTP, хмарної, torrent), що значно перевершує можливості нині поширених методів передачі даних між джерелом і центром обробки даних.

У подальшій роботі варто звернути увагу на особливості функціонування системи при її масштабуванні.

Список літератури

1. Carl A. Sunshine *Computer Network Architectures and Protocols*. – Springer. – 558 p.
2. Tkachov V.M. *Automated Controllers Functioning Criteria in Content Distribution Systems* / V.M. Tkachov, V.E. Savanevych // *Scholars Journal of Engineering and Technology*, 2014; 2(3A):348-351.
3. Ахметшин, Д.А. *Математическое моделирование системы аппаратно-программного комплекса промежуточной сети передачи данных* / Д.А. Ахметшин, Е.А. Печень, Н.К. Нуриев // *Вестник КГТУ*. – 2014. №4. – С. 283-287.
4. Brandwine E. J., Hill P. J. *Providing virtual network functionality for managed computer networks: nam*. 8644188 USA. – 2014.
5. Hayes J. *Modeling and analysis of computer communications networks*. – Springer Science & Business Media, 2013. – 399 p.
6. Ткачев В.Н. *Использование метода передачи данных с промежуточным хранением при передаче результатов радиоастрономических наблюдений* / В.Н. Ткачев, А.М. Резниченко // *Научные записки УНИИС*. - К.: ГП "УНИИС", 2014. - Вып. 4 (32). - С.49-53.
7. C. A. R. Hoare. «An axiomatic basis for computer programming». *Communications of the ACM*, 12(10):576–580,583 October 1969. DOI:10.1145/363235.363259

Надійшла до редколегії 15.03.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.О. Каргін, Український державний університет залізничного транспорту, Харків.

МЕТОД РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМЫ

В.Н. Ткачев

Рассмотрена проблема организации среды для передачи данных с минимальными задержками в сложных информационных системах и выделены решения по организации такой среды в виде компьютерной сети. Раскрыта суть функции промежуточного хранения данных в сети. Сделан анализ литературы и поставлена задача разработки метода передачи данных в специализированной компьютерной сети. Приведено краткое описание данной сети, разработаны алгоритмы функционирования ее узлов. Даны рекомендации по практическому применению и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: передача данных, промежуточное хранение, сложная информационная система, метод.

METHOD OF DATA DISTRIBUTION IN INTERMEDIATE DATA STORAGE COMPUTER NETWORK OF COMPLEX INFORMATION SYSTEMS

V.M. Tkachov

The article deals with the problem of organization of the environment for data transmission with minimal delays in complex information systems and outlines solutions for organizing such a medium in the form of a computer network. The essence of the function of intermediate data storage in the network is disclosed. The analysis of the literature is made and the task of development of a method of data transmission in the specialized computer network is put. A torsion description of this network is given, algorithms for the function of its nodes are developed. Recommendations on practical application are given and corresponding conclusions are drawn.

Keywords: data transfer, intermediate storage, complex information system, method