

CUNG CẤP TÀI NGUYÊN TRUYỀN THÔNG CHO HỆ PHÂN TÁN TRONG MÁY ẢO

COMMUNICATION RESOURCES ALLOCATION FOR DISTRIBUTED SYSTEM IN VIRTUAL MACHINE

Đặng Hùng Vĩ, Lê Văn Sơn

Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng; dhungvi@ued.udn.vn, levansupham2004@yahoo.com

Tóm tắt - Hiện nay, các hệ thống phân tán hợp lực để cung cấp tài nguyên dùng chung chủ yếu dựa vào cơ chế truyền thông điệp. Thông qua cơ chế này, các thông điệp được điều khiển, định tuyến và xử lý dựa vào cấu trúc để đảm bảo tính nhất quán dữ liệu trong các chương trình phân tán. Các thông điệp cần phải giám sát, lưu vết nhằm khôi phục trạng thái cho các máy chủ bị sự cố khi vào hoạt động lại trong hệ thống. Xây dựng cấu trúc thông điệp riêng biệt là cần thiết bởi các ứng dụng ngày càng phát triển và phức tạp, đồng thời tăng tính bảo mật cho hệ thống. Các chương trình phân tán triển khai trên tầng SaaS trong các hệ thống đám mây đòi hỏi xây dựng giải pháp đảm bảo gắn bó thông qua môi trường truyền thông. Vì vậy, giải pháp điều khiển cung cấp tài nguyên truyền thông cho hệ phân tán trong máy ảo tập trung vào thiết kế thông điệp, cơ chế định tuyến, tối ưu truyền thông để đảm bảo tính gắn bó dựa vào giao dịch phân tán bốn pha (4PCoDT).

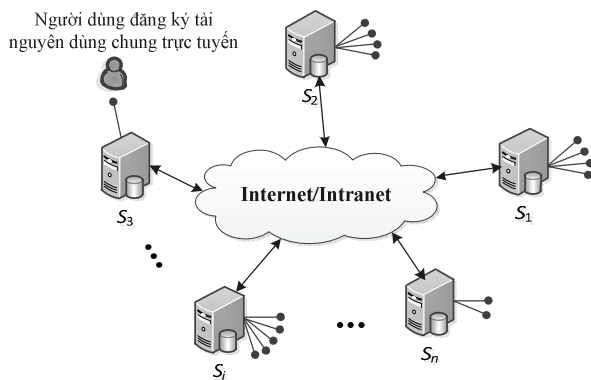
Abstract - Currently, distributed systems which coordinate to allocate share resource are mainly based on message passing mechanism on network communication. Through this mechanism, controlling messages, routing and processing messages are based on the message structure to ensure consistency of data for distributed applications. In addition, messages need to be monitored and kept track in order to restore status of servers encountering a problem when returning to work in the system. Because the application is increasingly complex and in order to increase the security for systems, building separate message formats is necessary. Distributed applications are deployed on Software as a Service (SaaS) layer of cloud computing systems and require coherence through communication environment. Thus, our control solution in resource allocation for distributed systems in virtual machines focuses on message design, routing mechanism and optimal communication to ensure coherence of distributed systems which are based on the four-phase commitment of distributed transaction (4PCoDT).

Từ khóa - hệ phân tán; gắn bó; cung cấp tài nguyên; máy ảo; cấu trúc thông điệp.

Key words - Distributed System; Conherence; Resource Allocation; Virtual Machine; Message Structure.

1. Đặt vấn đề

Các hệ phân tán phức tạp hiện đang được triển khai nhằm cung cấp tài nguyên cho người dùng với số lượng truy cập ngẫu nhiên và cực đại thể hiện qua Hình 1. Thông qua hệ phân tán, người dùng truy cập bất kỳ máy chủ nào bên trong hệ đều có thể đăng ký được tài nguyên dùng chung.



Hình 1. Mô hình tổng quan kết nối trong hệ phân tán truyền thông

Hệ phân tán hoạt động dựa vào sự hợp lực giữa các máy chủ trong hệ để cung cấp tài nguyên dùng chung. Thông qua sự hợp lực này, tài nguyên được cung cấp duy nhất đối với người dùng. Để đạt được trạng thái này, các máy chủ xử lý tài nguyên dưới sự điều khiển thống nhất của hệ điều hành gọi là hệ điều hành phân tán.

Một trong những nhược điểm của hệ phân tán là phụ thuộc vào môi trường truyền thông có độ trễ. Khi tài nguyên dùng chung gần tới hạn thì quá trình tranh chấp tài nguyên diễn ra

càng cao vì số lượng tiến trình truy cập vào tài nguyên lớn hơn nhiều so với khả năng cung cấp, trạng thái này gọi là tương tranh tài nguyên. Bên cạnh đó, một tiến trình đang chiếm giữ tài nguyên lại phát đi yêu cầu tài nguyên mà đang được chiếm giữ bởi tiến trình khác, hiện tượng này tạo thành vòng khép kín gọi là bế tắc trong cung cấp tài nguyên [1].

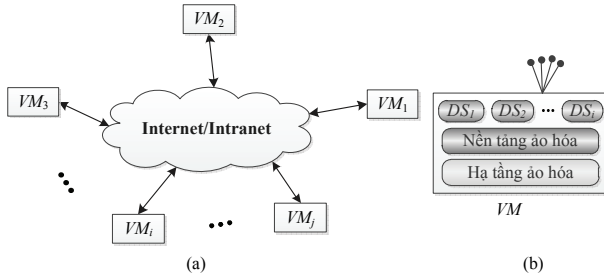
Do đó, để cung cấp tài nguyên dùng chung nhất thiết phải xây dựng giải pháp nhằm phòng, tránh tương tranh và bế tắc dẫn đến sự thiếu thốn vô hạn tài nguyên. Giải pháp này được xây dựng dựa trên các đặc tính cơ bản của hệ phân tán trình bày trong nghiên cứu [2], trong đó tính gắn bó được xem là một trong những đặc tính quan trọng của hệ. Thông qua đặc tính này, tài nguyên hay còn gọi là dữ liệu nhất quán trên tất cả các máy chủ trong hệ. Tùy thuộc mức độ và yêu cầu ứng dụng để triển khai tính gắn bó trong hệ phân tán.

Điện toán Đám mây ra đời đã trở thành môi trường phát triển mạnh của hệ phân tán. Hiện nay, các ứng dụng đám mây xem như là các dịch vụ đối với người dùng triển khai ở 3 tầng. Thông qua các dịch vụ này cho phép hệ phân tán triển khai trên các máy ảo (VM – Virtual Machine) tập trung tầng 3 của hệ thống ảo hóa theo Hình 2. Mỗi VM có thể triển khai một hoặc nhiều hệ phân tán theo Hình 2b.

Các lợi ích của hệ phân tán khi triển khai trên hệ thống ảo hóa:

1. Hoạt động hiệu năng cao [3-5] và chi phí thấp [6, 7] so với triển khai trên môi trường truyền thông.
2. Không phụ thuộc vào phần cứng nên có khả năng co giãn về mặt số lượng của hệ và có thể di trú sang hệ thống ảo hóa khác mà không mất kết nối.
3. Khả năng đáp ứng số lượng truy cập cực đại từ người

dùng từ môi trường đám mây lớn hơn so với môi trường truyền thống.



Hình 2. Hệ phân tán triển khai trên hệ thống máy ảo

Theo nguyên lý các hệ cơ sở dữ liệu phân tán [8] của tác giả M. Tamer Özsu và Patrick Valduriez đề cập giải pháp nhất quán dữ liệu trên các máy chủ thông qua các giao dịch phân tán dựa trên giao thức 2 pha và 3 pha.

Trong giao thức giao dịch 2 pha trình bày giao thức 2 pha tuyến tính và 2 pha phân tán. Nhược điểm của giao thức là các giao dịch trước đó không nằm trong trạng thái sẵn sàng ủy thác và trật tự tổng quát chặt chẽ không được thiết lập. Điều này làm tăng thời gian giao dịch để cập nhật dữ liệu và triển khai giao dịch phân tán khó hơn.

Giao thức giao dịch 3 pha trình bày giao thức 3 pha lạc quan và bi quan. Nhược điểm của giao thức là giao dịch được ủy thác nhưng không khóa (non-blocking), bên cạnh đó quá trình trao đổi thông điệp quá nhiều để khôi phục độc lập dữ liệu dẫn đến tổn tài nguyên truyền thông.

Theo nguyên lý thiết kế các chiến lược đồng bộ hóa các tiến trình trong [9] đưa ra các chiến lược cung cấp tài nguyên trong hệ phân tán nhằm đảm bảo tính gắn bó trên cơ sở nhờ dấu như thuật toán Lamport, Lomet, Le Lann, Ellis, Mullery,... các chiến lược này đề cập đến cơ chế quản lý nhiều bản sao. Dựa vào các nguyên lý của hệ phân tán, các nghiên cứu mở rộng về cơ sở dữ liệu phân tán kết hợp giao dịch có khóa và dấu để đảm bảo tính nhất quán trong cơ sở dữ liệu, đồng thời điều khiển tương tranh bằng dấu [10].

Trên cơ sở đó, nghiên cứu của nhóm tác giả tập trung vào giải pháp đảm bảo gắn bó mạnh cho các ứng dụng đăng ký tài nguyên trực tuyến dựa vào cơ chế quản lý nhiều bản sao, trong đó mỗi máy chủ có cơ sở dữ liệu riêng DB_i cho trạm của mình. Mục đích chính cho giải pháp này là mỗi hành động diễn ra cập nhật tại máy chủ nào đồng thời cập nhật tên tất cả các máy chủ còn lại trong hệ thống để đảm bảo tính nhất quán $DB_1=DB_2=...=DB_n$. Vì vậy, giải pháp đảm bảo gắn bó là một trong những giải pháp cần thiết để nghiên cứu và xây dựng trong hệ phân tán. Bên cạnh đó, nhóm tác giả tập trung vào điều khiển thông điệp và đảm bảo nhất quán dữ liệu trên các máy chủ. Các đóng góp chính của nhóm tác giả trong nghiên cứu tập trung vào các phần chính:

- Xây dựng cấu trúc thông điệp và cơ chế điều khiển thông điệp.
- Thuật toán 4PCoDT thực hiện trong hệ phân tán đảm bảo tính gắn bó.

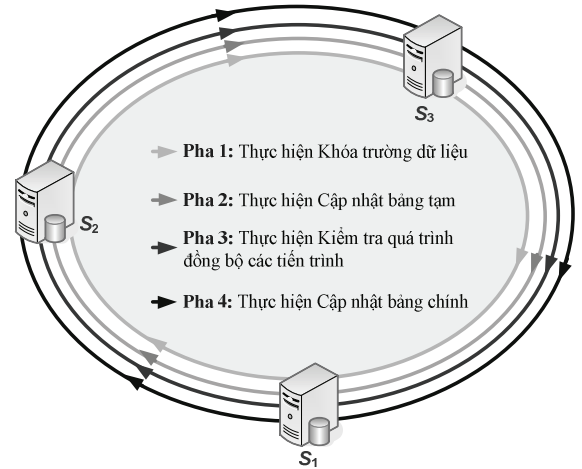
2. Giải pháp đảm bảo tính gắn bó trong hệ phân tán

2.1. Cơ sở đảm bảo tính gắn bó trong hệ phân tán

Hệ phân tán thực hiện đảm bảo gắn bó thực hiện trên

vòng tròn ảo thể hiện qua Hình 3. Các thông điệp di chuyển qua các máy chủ $S_i, i = 1..n$ thành vòng tròn gọi là vòng tròn ảo [9], mỗi vòng thực hiện chức năng gọi là một pha trong tiến trình hoạt động.

Tính gắn bó trong hệ phân tán phải đạt được hai yếu tố cơ bản: dữ liệu trên các máy chủ phải nhất quán và các máy chủ thực hiện cùng một giải thuật, chúng ta gọi đó là gắn bó hệ thống. Các thông điệp truy cập đến hệ thống phải qua một giải thuật cơ bản, đó là giao dịch thể hiện qua 4PCoDT mô tả trình tự hoạt động trên từng máy chủ. Khác với giao dịch 3 pha trình bày trong [8] được thực hiện trong hệ quản trị cơ sở dữ liệu, 4PCoDT được thực hiện trong hệ điều hành phân tán.



Hình 3. Thông điệp di chuyển theo vòng tròn ảo

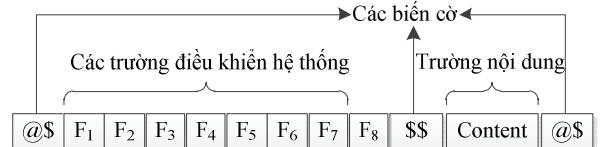
Sự hợp lực, giám sát và điều khiển trong hệ phân tán chủ yếu dựa vào cơ chế truyền thông điệp. Do đó, việc xây dựng một cấu trúc thông điệp riêng biệt cho hệ là điều cần thiết. Thông qua cấu trúc thông điệp này, hệ phân tán có thể phân biệt thông điệp dành cho ứng dụng của mình, đồng thời tách các trường điều khiển và nội dung thông điệp. Bên cạnh đó, có thể tăng tính năng bảo mật cho hệ thống dựa vào cấu trúc riêng và mã hóa thông điệp.

Các trường điều khiển được tách trong thông điệp sẽ được cập nhật lại và lưu lại vết khi di chuyển trong hệ thống. Các quá trình hoạt động và đồng bộ hóa trong hệ phân tán dựa vào các trường trong thông điệp để đảm bảo tính gắn bó trong toàn hệ.

Sau khi xây dựng thông điệp cho hệ thống, hệ phân tán điều khiển truyền thông điệp qua môi trường truyền thông, đảm bảo các gói tin truyền đến tập đích nhanh chóng và chính xác, đảm bảo thời gian thực đối với gắn bó mạnh.

2.2. Cấu trúc thông điệp và cơ chế điều khiển thông điệp

Cấu trúc của thông điệp dựa trên 2 thành phần chính: các trường điều khiển hệ thống và nội dung tác động đến tài nguyên được tách lập bởi các biến cờ thể hiện qua Hình 4.



Hình 4. Cấu trúc thông điệp của hệ phân tán

Các trường điều khiển được tách thành 8 trường, nội dung các trường mô tả trong Bảng 1. Các giá trị từ F_1 đến F_8 được cập nhật khi di chuyển qua mỗi máy chủ bên trong hệ. Trong đó, giá trị trường F_3 quan trọng nhất, đây là trường để so sánh nhằm giải quyết tranh tài nguyên và đồng bộ hóa các tiến trình trong hệ phân tán.

Bảng 1. Nội dung các trường điều khiển

Trường	Ý nghĩa
F_1	Thông tin Server bắt đầu vòng tròn ảo [9], $F_1 = 1..n \times 4$ (n là số lượng máy chủ).
F_2	Giá trị Jeton [9] hiển thị cập nhật thông tin các Server trong hệ thống, độ dài của giá trị chính là n . Mỗi máy chủ sẽ chiếm giữ giá trị tại vị trí của trạm mình theo quy định. $F_2[i] = 0 \rightarrow 4, i = 1..n$, nếu giá trị không thay đổi thì xem như máy chủ đó bị sự cố và rời khỏi vòng tròn ảo.
F_3	Giá trị đồng hồ logic [11] được gán và thiết lập chế độ ưu tiên thông điệp.
F_4	Giá trị đồng hồ logic hiện tại được gán. Nếu $F_3 = F_4$ thì đây là thông điệp bắt đầu phát yêu cầu tài nguyên, ngược lại đó là thông điệp di chuyển trong hệ thống.
F_5	Tên máy chủ được cập nhật khi di chuyển trong hệ thống.
F_6	Nội dung tương ứng với pha giao dịch trong hệ thống, giao dịch thực hiện 4 pha cơ bản để đảm bảo tính nhất quán dữ liệu.
F_7	Các trạng thái hành động tương ứng với pha giao dịch trong hệ thống $F_7 = 1 \rightarrow 4$, kết thúc của 1 vòng di chuyển, F_7 tăng lên một đơn vị.
F_8	Giá trị vòng thông tin đăng ký, quá trình diễn ra đăng ký hoàn tất của một giao dịch giá trị sẽ tăng lên một. Trong quá trình hoạt động xảy ra lỗi đối với một máy chủ, khi khôi phục và vào lại vòng tròn, máy chủ đó chỉ cập nhật lại dữ liệu từ vòng bị lỗi cho đến vòng hiện tại dựa vào giá trị của trường Content.

Dựa vào cấu trúc thông điệp, các quá trình điều khiển và giám sát thực hiện dựa trên các trường điều khiển hệ thống. Khi di chuyển qua các máy chủ, thông điệp được lưu vết và so khớp với các máy chủ khác, đồng thời kiểm tra quá trình nhất quán dữ liệu sau khi khắc phục sự cố và tham gia vào hoạt động trong hệ.

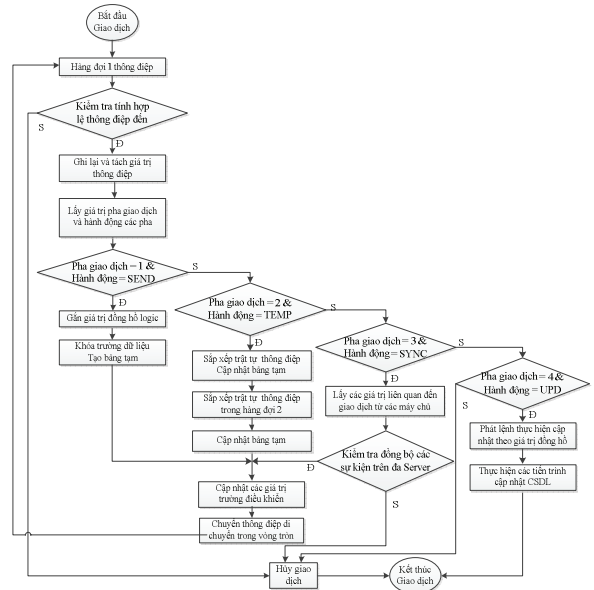
Ngoài ra, khi định tuyến truyền thông điệp, các thông điệp bị phân mảnh hoặc bị sự cố; do đó, cần có giải pháp để khôi phục lại từ thông điệp ban đầu.

2.3. Giải pháp đảm bảo gắn bó trong hệ phân tán

Để đảm bảo tính gắn bó trình bày trong phần 2.1, thuật toán xử lý các pha giao dịch thể hiện trong Hình 5.

Trong pha 1, dựa vào cải tiến thuật toán Lamport trình bày trong [2] để lấy giá trị đồng hồ logic và gán cho thông điệp tại trường F_3 và F_4 . Đối với thông điệp yêu cầu tài nguyên thì giá trị F_3 chính là giá trị khởi đầu cho quá trình đăng ký tài nguyên - giá trị này không thay đổi khi di chuyển trong hệ thống - đồng thời dùng để so sánh khi có nhiều tiến trình cùng tranh tài nguyên. Kết thúc pha 1, trường dữ liệu tại tài nguyên đăng ký bị khóa và một bảng dữ liệu tạm được tạo ra nhằm để ghi lại toàn bộ quá trình đăng ký trước khi cập nhật

bảng chính. Khi trường dữ liệu bị khóa, tài nguyên được cấp phát duy nhất cho tiến trình đang chiếm giữ; khóa mở khi và chỉ khi tài nguyên bị quá hạn xử lý hoặc tiến trình có giá trị ưu tiên cao hơn thông qua giá trị đồng hồ logic.



Hình 5. Thuật toán 4PCoDT đảm bảo gắn bó

Trong pha 2 sử dụng hai hàng đợi q_1 và q_2 , q_1 tiếp nhận các thông điệp đến. F_3 đảm nhiệm vai trò là giá trị được sắp xếp trong q_2 tại pha 2. Kết quả đầu ra của q_2 là các thông điệp đã được sắp xếp theo trật tự giá trị F_3 . Trong quá trình sắp xếp, nếu giá trị nào bị thiếu thì máy chủ yêu cầu phát lại thông điệp đó từ máy chủ còn lại trong hệ thống. Kết thúc pha 2, bảng dữ liệu tạm được cập nhật trên tất cả các máy chủ; nếu pha này bị hủy, chỉ cần xóa bảng tạm và mở khóa trường dữ liệu để giải phóng tài nguyên.

Pha 3 là pha nhằm kiểm tra quá trình đăng ký đảm bảo tài nguyên được cấp phát duy nhất, pha này so khớp toàn bộ quá trình hoạt động của giao dịch đang xử lý tại tất cả các máy chủ. Nếu quá trình so khớp không đúng, lập tức hủy giao dịch.

Pha 4 thực hiện xử lý tuần tự các tiến trình sau khi sắp xếp trong pha 2. q_2 đảm bảo giá trị đồng hồ logic của thông điệp tại đầu ra của hàng đợi nhất thiết phải giống nhau. Lệnh yêu cầu cập nhật đến tất cả máy được thực hiện bởi máy chủ đang chiếm giữ giá trị F_3 , đồng thời tăng giá trị F_8 lên một đơn vị.

Kết thúc quá trình thực hiện qua thuật toán 4PCoDT, bảng dữ liệu đảm bảo tính nhất quán và phòng tránh tranh tài nguyên.

3. Kết quả và nhận xét

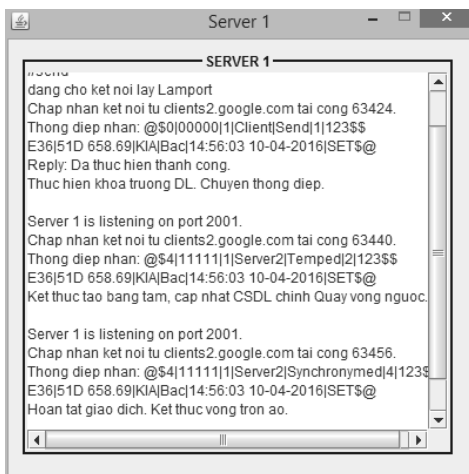
Chương trình mô phỏng hệ phân tán là bài toán bãi đỗ xe [9] trên ngôn ngữ Java, hệ quản trị cơ sở dữ liệu MySQL thực thi trên hệ điều hành Windows Server 2008 nằm trong hệ thống ảo hóa VMware vSphere.

Chương trình từ máy trạm truy cập đến máy chủ bất kỳ trong hệ thống để đăng ký vị trí trong bãi đỗ thể hiện Hình 6. Sau khi đăng ký hoàn tất, thông báo gửi về báo cho máy trạm biết quá trình thực hiện đã thành công.



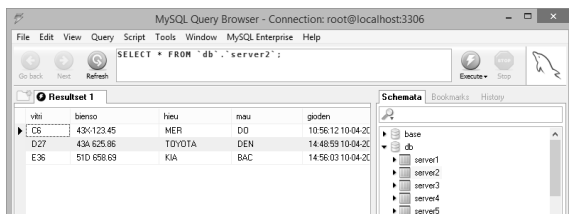
Hình 6. Chương trình truy cập từ máy trạm đăng ký tài nguyên

Kết quả hoạt động trên một máy chủ thể hiện trong Hình 7. Khi máy trạm bắt đầu kết nối yêu cầu tài nguyên, giá trị đồng hồ logic được khởi tạo để gán giá trị cho thông điệp và bắt đầu các pha của giao dịch. Các thông điệp dịch chuyển theo nguyên lý vòng tròn ảo để thực hiện 4PC theo mô tả phần 2.3.



Hình 7. Quá trình hoạt động trên một máy chủ

Kết thúc giao dịch, dữ liệu trên các máy chủ cho kết quả giống nhau được thể hiện ở Hình 8, trạng thái này gọi là nhất quán dữ liệu trong hệ phân tán.



Hình 8. Trạng thái dữ liệu trên các máy chủ

Qua quá trình nghiên cứu và thực nghiệm, nhóm tác giả đã đưa ra mô hình cung cấp tài nguyên cho hệ phân tán triển khai trong môi trường ảo hóa. Đặc tính này quan trọng đối với các ứng dụng Điện toán Đám mây, khi nhu cầu tài nguyên dùng chung trên đám mây không còn phụ thuộc vào hệ quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ [12-14], mà chỉ cần mô

tả cấu trúc cho phép truy vấn thông qua cơ sở dữ liệu như là một dịch vụ (DBaaS) [15-17].

4. Kết luận

Thông qua nghiên cứu giải pháp cung cấp tài nguyên truyền thông cho hệ phân tán trong máy ảo, chúng tôi tập trung nghiên cứu cấu trúc thông điệp và chương trình điều khiển thông điệp hoạt động. Cấu trúc thông điệp theo Hình 4 thể hiện đặc tính mới cho hệ phân tán để xác lập cơ chế điều khiển qua lại giữa các máy chủ nhằm hợp lực cung cấp tài nguyên dùng chung. Chương trình điều khiển thông điệp được phát triển trên nguyên lý vòng tròn ảo, dựa vào đó chúng tôi xây dựng thuật toán 4PCoDT nhằm đảm bảo tính gắn bó cho hệ phân tán thông qua môi trường truyền thông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyen Ha Huy Cuong, et al., *Deadlock Detection for Resource Allocation in Heterogeneous Distributed Platforms*, in Recent Advances in Information and Communication Technology 2015: Proceedings of the 11th International Conference on Computing and Information Technology (IC2IT), H. Unger, P. Meesad, and S. Boonkrong, Editors, Springer International Publishing, Cham, p.285-295, 2015.
- [2] Đặng Hùng Vĩ, Lê Văn Sơn, "Giải pháp cung cấp tài nguyên truyền thông phân tán", *Kỷ yếu Hội nghị Quốc gia lần thứ VIII về Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công nghệ thông tin (FAIR)*, p.239-245, 2015.
- [3] K.Vijaya Laxmi, Dr. R.V.Krishnaiah, *A reliable grid service infrastructure*, International Journal of Computer Engineering & Applications, 3(3), p.191-197, 2013.
- [4] M.H.Nerkar, Sonali Vijay Shinkar, *Cloud Computing in Distributed System*, International Journal of Computer Science and Informatics, 1(4), p.70-74, 2012.
- [5] Usha Divakarlaa, Geetha Kumarib, *An Overview of Cloud Computing in Distributed Systems*, AIP Conference Proceedings, 1324, p.184-186, 2010.
- [6] *Cloud Computing vs. Distributed Computing*, <https://www.dezyre.com/article/cloud-computing-vs-distributed-computing/94>.
- [7] Arif Mohamed, *Distributed systems grid and cloud - Essential Guide*, <http://www.computerweekly.com/feature/Distributed-systems-grid-and-cloud-Essential-Guide>.
- [8] M. Tamer Özsu, Patrick Valduriez, *Principles of Distributed Database Systems, Third Edition*, 2011.
- [9] Lê Văn Sơn, *Hệ tin học phân tán*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 2002.
- [10] PGS.TS. Nguyễn Văn Định, *Cơ sở dữ liệu 2*, Hà Nội, 2015.
- [11] Leslie Lamport, *Time, Clocks, and the Ordering of Events in a Distributed System*, Communications of the ACM 21(7), p.558-565, 1978.
- [12] Thomas F. J. M. Pasquier, et al., *CamFlow: Managed Data-sharing for Cloud Services*, CoRR, 1506.04391, 2015.
- [13] Jingwei Li, et al., *Enabling efficient and secure data sharing in cloud computing*, Concurrency and Computation: Practice & Experience, 26(5), p.1052-1066, 2014.
- [14] Elayaraja.D, J.Caroline EL Fiorenza, *An Efficient Approach for Data Sharing in Cloud Computing Using Digital Signature* International Journal of Computer Techniques, 2(2), p.1-6, 2015.
- [15] Jin Zhang, *Cơ sở dữ liệu trong đám mây*, <https://www.ibm.com/developerworks/vn/library/cloudDBaaS/#ibm-pcon>.
- [16] Robert Sheldon, *Database as a Service (DBaaS)*, <http://whatis.techtarget.com/definition/Database-as-a-Service-DBaaS>.
- [17] Baron Schwartz, *Why DBaaS Will Be The Next Big Thing In Database Management*, <http://readwrite.com/2015/09/18/dbaas-trend-cloud-database-service/>.