



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0052821

(51)^{2022.01} G06F 11/00; G06N 5/02; G06F 9/455; (13) B
G06F 11/07; G06F 9/44

(21) 1-2023-06885

(22) 03/10/2023

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/01/2024 430A

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỆN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

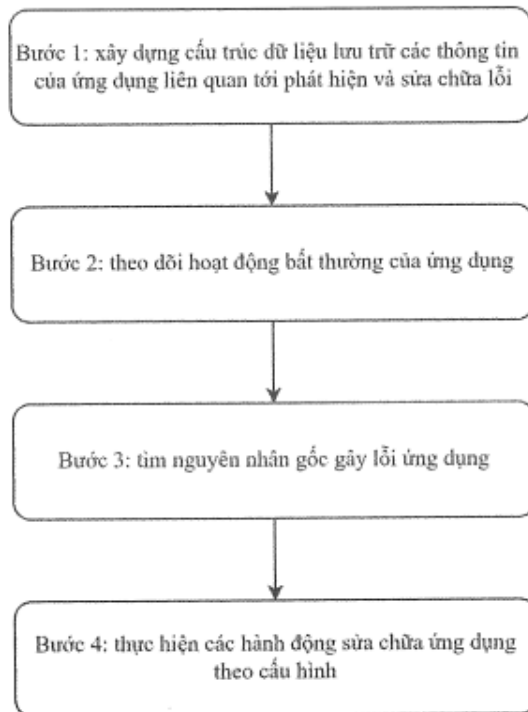
(72) HOÀNG VĂN HIỆP (VN); CHU ĐÌNH HÙNG (VN); BÙI THỊ LỰA (VN); ĐỖ HOÀNG PHƯƠNG THẢO (VN); BÙI THANH TÙNG (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP TỰ ĐỘNG PHÁT HIỆN VÀ SỬA CHỮA ỨNG DỤNG LỖI NHẪM ĐẢM BẢO TÍNH SẴN SÀNG CHO CÁC DỊCH VỤ TRÊN NỀN TẢNG ẢO HÓA

(21) 1-2023-06885

(57) Phương pháp tự động phát hiện và sửa chữa ứng dụng lỗi giúp đảm bảo tính sẵn sàng cho các dịch vụ trên nền tảng ảo hóa, giảm chi phí vận hành; phương pháp thực hiện thông qua các bước: bước 1: xây dựng cấu trúc dữ liệu lưu trữ các thông tin của ứng dụng liên quan tới phát hiện và sửa chữa lỗi; bước 2: theo dõi hoạt động bất thường của ứng dụng; bước 3: tìm nguyên nhân gốc gây lỗi ứng dụng; bước 4: thực hiện các hành động sửa chữa ứng dụng theo cấu hình.



Hình 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tự động phát hiện và sửa chữa ứng dụng lỗi nhằm đảm bảo tính sẵn sàng cho các dịch vụ trên nền tảng ảo hóa. Cụ thể, phương pháp được đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong các dịch vụ ảo hóa sử dụng máy ảo thuộc hạ tầng ảo hóa điện toán đám mây, để tự động phát hiện khi ứng dụng bị lỗi, tìm nguyên nhân lỗi từ đó thực hiện biện pháp sửa chữa phù hợp giúp khôi phục ứng dụng hoạt động bình thường trở lại, nhằm đảm bảo tính sẵn sàng cho dịch vụ ảo hóa. Sáng chế được ứng dụng trong hệ thống quản lý và điều phối các chức năng mạng đã được ảo hóa thuộc lĩnh vực công nghệ thông tin.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để triển khai dịch vụ trên nền tảng ảo hóa sử dụng máy ảo, các tổ chức phát triển thường sử dụng các nền tảng hay phần mềm cung cấp các chức năng để xây dựng và quản lý cơ sở hạ tầng ảo hóa. Các nền tảng này cung cấp cơ sở hạ tầng như một dịch vụ, cho phép cấu hình và quản lý một lượng lớn tài nguyên điện toán, lưu trữ và mạng. Họ sẽ sử dụng các nền tảng này để tạo các máy ảo với tài nguyên phù hợp, cấu hình và cài đặt các dịch vụ trên máy ảo, quản lý các thành phần liên quan trong cơ sở hạ tầng ảo hóa, đảm bảo cho dịch vụ chạy ổn định trên môi trường máy ảo.

Hiện tại, các dịch vụ trên nền tảng ảo hóa sử dụng máy ảo đang được triển khai và quản lý bởi hệ thống điều phối quản lý vMANO (trong đó, vMANO (Management and Orchestration) là nền tảng ảo hóa chức năng mạng do đội ngũ kỹ sư dự án NFV (Network Function Virtualization - nền tảng ảo hóa chức năng mạng) thuộc trung tâm OCS (Online Charging System - Hệ thống tính cước theo thời gian thực) phát triển với mục đích:

- Cho phép người vận hành triển khai và quản lý giám sát các dịch vụ trên nền tảng ảo hóa sử dụng máy ảo;
- Quản lý các thông tin của các thành phần trong hạ tầng ảo hóa, giám sát hiệu năng và trạng thái các thành phần theo thời gian thực.

Do cơ chế quản lý máy ảo của các nền tảng quản lý cơ sở hạ tầng ảo hóa điện toán đám mây nói chung có điểm tương đồng là sử dụng một tệp khởi tạo ban đầu chứa các lệnh của người dùng và được chạy ngay sau khi tạo máy ảo, thông thường tệp này sẽ được sử dụng để chạy các lệnh kiểm tra tài nguyên của máy ảo đã sẵn sàng và cài đặt các gói phần mềm cơ bản phục vụ cho việc chạy ứng dụng chính. Sau đó, nếu muốn thực hiện các lệnh khác, cần phải truy cập vào máy ảo và thực hiện thủ công. Ngoài ra, máy ảo cũng có một số đặc trưng như thời gian tạo, tắt, bật hoặc khởi động lại khá lâu do chứa toàn bộ tài nguyên bao gồm hệ điều hành, bộ xử lý, bộ nhớ, ổ cứng, mạng,... như một máy tính hoàn chỉnh, do vậy khi ứng dụng

bị lỗi, muốn thực hiện tự động sửa lỗi chỉ có thể sử dụng cách tạo lại hoặc khởi động lại máy ảo, gây lãng phí thời gian và kém hiệu quả, không giải quyết được triệt để thậm chí không sửa được lỗi vì không biết nguyên nhân chính xác.

Từ những lý do trên, trong hệ thống điều phối quản lý vMANO đang triển khai và quản lý các ứng dụng với mô hình sử dụng ứng dụng trung gian làm nhiệm vụ nhận yêu cầu từ hệ thống quản lý điều phối để thực thi các lệnh trên máy ảo, thực thi các hành động bật, tắt, khởi động lại ứng dụng, giao tiếp với ứng dụng, thu thập và gửi các thông tin cần thiết về ứng dụng, máy ảo cho hệ thống quản lý điều phối. Cụ thể mô hình triển khai ứng dụng được mô tả ở hình 1. Để triển khai và quản lý ứng dụng, hệ thống điều phối quản lý sẽ yêu cầu nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa tạo máy ảo trên máy chủ vật lý, sau đó cài đặt ứng dụng trung gian trên máy ảo. Ứng dụng trung gian sau khi bật thành công sẽ làm cầu nối nhận yêu cầu từ hệ thống quản lý điều phối để thực thi các hành động đối với ứng dụng.

Sau khi triển khai dịch vụ xong, đảm bảo dịch vụ chạy ổn định cũng là nhiệm vụ cấp thiết cần thực hiện. Việc đảm bảo tính sẵn sàng cho dịch vụ trên nền tảng ảo hóa là một nhiệm vụ quan trọng hàng đầu của các tổ chức hoặc doanh nghiệp cung cấp dịch vụ, điều này đảm bảo rằng dịch vụ được cung cấp một cách liên tục và hiệu quả, đáp ứng được nhu cầu của khách hàng. Để làm được điều đó, các tổ chức thường áp dụng các biện pháp như kiểm tra và bảo trì phân cứng định kỳ, sửa lỗi và nâng cấp phần mềm, giám sát các thành phần trong hạ tầng ảo hóa, giám sát hoạt động của ứng dụng bằng các công cụ hoặc hệ thống giám sát từ đó xử lý khi có vấn đề. Các biện pháp này thông thường được những người vận hành và bảo trì hệ thống thực hiện một cách thủ công, định kỳ. Mặc dù cách làm này có thể phòng ngừa và giải quyết các vấn đề xảy ra làm ảnh hưởng tính sẵn sàng của dịch vụ, tuy nhiên vẫn tồn tại nhiều khó khăn và nhược điểm:

- Dễ bị thiếu hoặc sai sót trong quá trình kiểm tra và bảo trì các thành phần hệ thống do thực hiện thủ công, cùng với việc thực hiện định kỳ dễ dẫn đến những lỗi không được phát hiện kịp thời
- Người vận hành không phải lúc nào cũng có thể trực tiếp theo dõi giám sát hệ thống 24/7, có những thời điểm chỉ nhận thông báo qua tin nhắn, email,... dẫn tới lỗi có thể bị phát hiện muộn nếu không để ý. Ngoài ra, việc tìm nguyên nhân và khắc phục sau khi phát hiện lỗi không phải lúc nào cũng được thực hiện nhanh chóng, dễ dàng và kịp thời, nhất là vào ban đêm khi người có thể xử lý vấn đề có thể cần một khoảng thời gian để di chuyển đến nơi có thể truy cập hệ thống kể từ lúc nhận thông báo lỗi. Để tìm nguyên nhân lỗi cũng không đơn giản, thường yêu cầu người có kinh nghiệm, phải thực hiện từng bước kiểm tra từng thành phần, gây mất thời gian và công sức, ảnh hưởng tới tính sẵn sàng của dịch vụ nếu không ứng cứu kịp thời.

Do đó, cần một phương pháp tự động phát hiện và sửa chữa khi ứng dụng bị lỗi để đảm bảo:

- Tự động phát hiện khi ứng dụng xảy ra lỗi nhanh chóng trong thời gian ngắn từ các dấu hiệu kết nối ứng dụng thất bại mà không cần giám sát của con người
- Xác định được chính xác thành phần bị lỗi và tìm ra nguyên nhân gốc rễ gây lỗi ứng dụng
- Có biện pháp sửa chữa tương ứng với nguyên nhân lỗi giúp cho ứng dụng hoạt động bình thường trở lại, đảm bảo tính sẵn sàng cho dịch vụ

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tự động phát hiện và sửa chữa ứng dụng lỗi trên nền tảng ảo hóa sử dụng máy ảo nhằm đảm bảo:

- Tự động phát hiện lỗi: có tiến trình kiểm tra và tự động phát hiện khi ứng dụng xảy ra lỗi nhanh chóng trong thời gian ngắn cho phép từ các dấu hiệu kết nối ứng dụng thất bại mà không cần giám sát của con người
- Tìm được nguyên nhân gốc gây ra lỗi: bóc tách và kiểm tra từng thành phần, xác định được chính xác thành phần bị lỗi và tìm ra nguyên nhân gốc rễ gây lỗi ứng dụng
- Tự động sửa chữa khắc phục lỗi: với mỗi trường hợp lỗi thực hiện các hành động được hỗ trợ đã khai báo từ trước nhằm giúp cho ứng dụng hoạt động bình thường trở lại, đảm bảo tính sẵn sàng cho dịch vụ

Tất cả các hành động trên đều được thực hiện tự động, do đó giải quyết được những khó khăn và nhược điểm của cách làm truyền thống đề cập trong phần tình trạng kỹ thuật, giảm bớt công sức bỏ ra cho người vận hành hệ thống, đồng thời đảm bảo tính sẵn sàng của hệ thống tại mọi thời điểm, kể cả khi không có sự giám sát trực tiếp của người vận hành.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế sẽ thực hiện các bước cụ thể như sau:

Bước 1: xây dựng cấu trúc dữ liệu lưu trữ các thông tin của ứng dụng liên quan tới phát hiện và sửa chữa lỗi.

Xây dựng cấu trúc dữ liệu liên quan đến phát hiện lỗi và cấu trúc dữ liệu liên quan đến sửa chữa lỗi. Cấu trúc dữ liệu liên quan đến phát hiện lỗi sẽ lưu trữ thông tin kết nối tới ứng dụng, cách thức kiểm tra ứng dụng hoạt động và trạng thái ứng dụng hiện tại. Cấu trúc dữ liệu liên quan đến sửa chữa lỗi lưu trữ cấu hình các hành động sửa chữa tương ứng với từng nguyên nhân lỗi.

Bước 2: theo dõi hoạt động bất thường của ứng dụng.

Thực hiện kiểm tra trạng thái của ứng dụng định kỳ bằng cách gửi yêu cầu kiểm tra sức khỏe tới ứng dụng, ứng dụng hoạt động bình thường phải gửi phản hồi lại để xác nhận. Nếu

ứng dụng không phản hồi sau một số lượng chu kì nhất định đã cấu hình, ứng dụng bị coi là lỗi.

Bước 3: tìm nguyên nhân gốc gây lỗi ứng dụng.

Thu thập thông tin, trạng thái của các thành phần có liên quan, kiểm tra trạng thái của từng thành phần từ đó xác định thành phần bị lỗi và nguyên nhân gây lỗi.

Bước 4: thực hiện các hành động sửa chữa ứng dụng theo cấu hình.

Sau khi đã tìm ra nguyên nhân lỗi thực hiện kiểm tra dữ liệu ánh xạ giữa nguyên nhân lỗi và hành động tương ứng đã cấu hình ở bước 1. Hệ thống điều phối quản lý lấy các hành động tương ứng và thực hiện các hành động lần lượt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: mô hình triển khai ứng dụng sử dụng máy ảo;

Hình 2: sơ đồ các bước xác định nguyên nhân lỗi;

Hình 3: các bước thực hiện của phương pháp được đề cập.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tự động phát hiện và sửa chữa ứng dụng lỗi trên nền tảng ảo hóa sử dụng máy ảo. Tiền đề để thực hiện phương pháp này là hệ thống phải có thông tin của dịch vụ và các ứng dụng cấu thành dịch vụ đang chạy trên các máy ảo. Coi một dịch vụ chạy trên nền tảng ảo hóa sẽ được cấu thành từ một hoặc nhiều ứng dụng con, có chức năng như nhau, mỗi ứng dụng là một thực thể của dịch vụ và được chạy trên một máy ảo. Các thông tin này sẽ được lưu trữ dưới dạng danh sách các bản ghi trong cơ sở dữ liệu trên ổ cứng bằng ngôn ngữ lập trình. Mục đích lưu trữ thông tin ứng dụng để biết được ứng dụng hiện tại được triển khai trên máy ảo nào, sử dụng tài nguyên nào. Đặt tên dữ liệu này là DICH_VU (dịch vụ). Bản ghi DICH_VU thường có cấu trúc như sau:

TÊN TRƯỜNG	Kiểu DỮ LIỆU	Ý NGHĨA
Định danh dịch vụ	Chuỗi kí tự	Định danh của bản ghi dịch vụ trong cơ sở dữ liệu
Tên dịch vụ	Chuỗi kí tự	Tên của dịch vụ
Danh sách ứng dụng đã bật	Danh sách đối tượng	Danh sách thông tin của các ứng dụng con của dịch vụ đã được bật
> Định danh ứng dụng	Chuỗi kí tự	Định danh của ứng dụng con của dịch vụ
> Định danh máy ảo	Chuỗi kí tự	Định danh máy ảo mà ứng dụng đang chạy hiện tại

TÊN TRƯỜNG	Kiểu dữ liệu	Ý NGHĨA
> Định danh máy chủ vật lý	Chuỗi kí tự	Định danh máy chủ vật lý mà máy ảo của ứng dụng đang chạy
> Danh sách thông tin dải mạng	Danh sách đối tượng	Danh sách chứa thông tin các dải mạng mà ứng dụng sử dụng để kết nối
>> Định danh dải mạng	Chuỗi kí tự	Định danh của dải mạng
>> Địa chỉ IP	Chuỗi kí tự	Địa chỉ IP thuộc dải mạng
>> Là dải mạng sử dụng giao tiếp hệ thống điều phối quản lý	Kiểu đúng sai	Liệu dải mạng này có phải là dải mạng sử dụng để giao tiếp với hệ thống điều phối quản lý hay không, đồng nghĩa với việc địa chỉ IP sẽ dùng làm địa chỉ giao tiếp. Đúng: sử dụng địa chỉ IP để giao tiếp hệ thống điều phối quản lý Sai: không sử dụng địa chỉ IP để giao tiếp hệ thống điều phối quản lý

Ứng dụng khi hoạt động bình thường thông thường sẽ thực hiện các công việc lần lượt là nhận yêu cầu từ máy khách, xử lý yêu cầu và phản hồi kết quả về cho máy khách. Ngoài các chức năng liên quan đến nghiệp vụ cụ thể của từng ứng dụng, yêu cầu mỗi ứng dụng phải thiết kế một chức năng cho phép nhận yêu cầu kiểm tra trạng thái và trả về trạng thái hiện tại của nó, phục vụ cho mục đích giám sát ứng dụng. Từ đó ta có thông tin về đường dẫn gọi vào ứng dụng để kiểm tra trạng thái. Ngoài ra bản thân mỗi ứng dụng của dịch vụ chạy trên máy ảo có cấu hình ứng dụng, một số thông tin như chạy trên cổng nào, sử dụng giao thức gì, những thông tin này sử dụng trong việc kiểm tra phát hiện lỗi ứng dụng và đã có sẵn trước khi chạy ứng dụng. Các thông tin này sẽ được sử dụng ở các bước tiếp theo.

Với tiền đề như trên, phương pháp tự động phát hiện và sửa chữa ứng dụng lỗi mà sáng chế đề xuất bao gồm các bước thực hiện tuần tự như sau:

Bước 1: xây dựng cấu trúc dữ liệu lưu trữ các thông tin của ứng dụng liên quan tới phát hiện và sửa chữa lỗi.

Ta chia thành 2 bước nhỏ hơn như sau:

- B1.1: xây dựng cấu trúc dữ liệu lưu trữ thông tin phát hiện lỗi

Cấu trúc dữ liệu này sẽ lưu trữ thông tin kết nối tới ứng dụng, cách thức kiểm tra ứng dụng hoạt động. Những thông tin để kết nối tới ứng dụng đã trình bày ở tiền đề bao gồm: cổng kết nối ứng dụng, giao thức sử dụng, đường dẫn kiểm tra trạng thái ứng dụng. Những thông tin về cách thức kiểm tra ứng dụng hoạt động cũng được cấu hình.

Các thông tin này được lưu trữ dưới dạng các bản ghi trong cơ sở dữ liệu, đặt tên cấu trúc dữ liệu này là THONG_TIN_PHAT_HIEN_LOI (thông tin phát hiện lỗi), người vận hành hệ thống sẽ cấu hình các thông tin này trước khi ứng dụng được bật trên máy ảo. Cụ thể như sau:

TÊN TRƯỜNG	Kiểu DỮ LIỆU	Ý NGHĨA
Định danh dịch vụ	Chuỗi kí tự	Định danh của dịch vụ cần kiểm tra
Định danh ứng dụng	Chuỗi kí tự	Định danh của ứng dụng con của dịch vụ cần kiểm tra
Thông tin kết nối ứng dụng	Đối tượng	Các thông tin để kết nối ứng dụng
> Đường dẫn kiểm tra trạng thái ứng dụng	Chuỗi kí tự	Đường dẫn để hệ thống giám sát gọi tới ứng dụng để kiểm tra trạng thái
> Cổng kết nối ứng dụng	Số nguyên dương	Cổng mà ứng dụng chạy
> Giao thức sử dụng	Chuỗi kí tự	Giao thức ứng dụng sử dụng. Là một trong các loại sau: - http - https
Thông tin cách thức kiểm tra ứng dụng	Đối tượng	Thông tin về cách thức kiểm tra ứng dụng
> Chu kỳ kiểm tra	Số nguyên dương	Chu kỳ kiểm tra ứng dụng
> Thời gian chờ phản hồi	Số nguyên dương	Thời gian tối đa chờ nhận phản hồi từ ứng dụng sau khi gửi yêu cầu thành công
> Số lần để ra quyết định ứng dụng lỗi	Số nguyên dương	Số lần kiểm tra thất bại liên tiếp tối đa để quyết định chuyển trạng thái ứng dụng thành lỗi
Số lần lỗi liên tiếp	Số tự nhiên	Số lần kiểm tra thất bại liên tiếp
Trạng thái ứng dụng hiện tại	Kiểu đúng sai	Ứng dụng có đang hoạt động bình thường hay không:

		Đúng: ứng dụng hoạt động bình thường Sai: ứng dụng bị lỗi
--	--	--

- B1.2: Xây dựng cấu trúc dữ liệu lưu trữ thông tin nguyên nhân lỗi và cách sửa chữa

Sáng chế đề xuất định nghĩa các nguyên nhân lỗi có thể xuất hiện và các cách sửa chữa được hỗ trợ phù hợp với nền tảng ảo hóa sử dụng máy ảo. Với mỗi nguyên nhân lỗi, người vận hành sẽ cấu hình một danh sách hành động sẽ thực hiện tương ứng để sửa chữa, các hành động sẽ được thực hiện lần lượt theo thứ tự cho đến khi ứng dụng hoạt động trở lại hoặc đã thực hiện tất cả hành động có trong danh sách. Các nguyên nhân lỗi được nêu cụ thể ở bước 3. Các hành động được phép lựa chọn thực hiện tương ứng với mỗi nguyên nhân lỗi sẽ được quy định cụ thể ở bước 4.

Đặt tên cấu trúc dữ liệu này là THONG_TIN_SUA_CHUA_LOI (thông tin sửa chữa lỗi). Dữ liệu được lưu trữ dưới dạng bản ghi trong cơ sở dữ liệu như sau:

TÊN TRƯỜNG	KIỂU DỮ LIỆU	Ý NGHĨA
Định danh dịch vụ	Chuỗi kí tự	Định danh của dịch vụ cần kiểm tra
Định danh ứng dụng	Chuỗi kí tự	Định danh của ứng dụng con của dịch vụ cần kiểm tra
Nguyên nhân lỗi và cách sửa chữa tương ứng	Ánh xạ các cặp khóa - giá trị có dạng chuỗi kí tự - danh sách chuỗi kí tự	Cấu hình danh sách các hành động tương ứng sẽ thực hiện với mỗi loại nguyên nhân lỗi

Ban đầu trường Nguyên nhân lỗi và cách sửa chữa tương ứng sẽ chứa các khóa là tất cả các nguyên nhân lỗi được định nghĩa, giá trị tương ứng là danh sách rỗng. Người vận hành sau đó sẽ thêm các hành động vào danh sách tương ứng với mỗi khóa.

Kết thúc bước 1, ta xây dựng được các thông tin sẵn sàng sử dụng cho việc tự động phát hiện và sửa chữa ứng dụng lỗi.

Bước 2: theo dõi hoạt động bất thường của ứng dụng.

Chi tiết cách theo dõi hoạt động bất thường của ứng dụng như sau:

Hệ thống điều phối quản lý lấy toàn bộ bản ghi THONG_TIN_PHAT_HIEN_LOI trong cơ sở dữ liệu, mỗi bản ghi tương ứng với thông tin của một ứng dụng của dịch vụ. Với mỗi bản ghi hệ thống điều phối quản lý thực hiện:

- B2.1: tạo địa chỉ hoàn chỉnh để gọi đến chức năng kiểm tra trạng thái ứng dụng
- + Tìm địa chỉ IP giao tiếp của ứng dụng với hệ thống điều phối quản lý:

Thực hiện tìm kiếm trong dữ liệu DICH_VU theo Định danh dịch vụ, tìm được bản ghi dịch vụ tương ứng. Tìm trong trường Danh sách ứng dụng đã bật theo Định danh ứng dụng, ta được thông tin chi tiết về ứng dụng. Lấy danh sách các dải mạng của ứng dụng trong trường Danh sách thông tin dải mạng. Kiểm tra trong danh sách dải mạng nào có trường Là dải mạng sử dụng giao tiếp hệ thống điều phối quản lý có giá trị Đúng, lấy Địa chỉ IP tương ứng của dải mạng.

- + Tạo địa chỉ hoàn chỉnh:

Dựa vào các thông tin trong trường Thông tin kết nối ứng dụng trong bản ghi, cùng với địa chỉ IP vừa tìm được, tạo địa chỉ hoàn chỉnh như sau:

Địa chỉ = Giao thức sử dụng + "://" + địa chỉ IP + ":" + Cổng kết nối ứng dụng + Đường dẫn kiểm tra trạng thái ứng dụng

Ví dụ: Giao thức sử dụng là http, địa chỉ IP là 1.2.3.4, Cổng kết nối ứng dụng là 8080, Đường dẫn kiểm tra trạng thái ứng dụng là /api/v1/health. Khi đó địa chỉ hoàn chỉnh sẽ là: http://1.2.3.4:8080/api/v1/health

- B2.2: định kỳ kiểm tra trạng thái ứng dụng

Dựa vào các thông tin trong trường Thông tin cách thức kiểm tra ứng dụng, thực hiện gọi đến địa chỉ ở bước 2.1 để gửi yêu cầu kiểm tra trạng thái ứng dụng định kỳ với chu kỳ lấy từ Chu kỳ kiểm tra. Mỗi lần gọi xảy ra một trong 2 trường hợp:

Trường hợp 1: Ứng dụng hoạt động bình thường trong lần kiểm tra hiện tại

Nếu ứng dụng phản hồi lại trạng thái của nó cho hệ thống điều phối quản lý trong thời gian không quá Thời gian chờ phản hồi, ứng dụng được coi là đang hoạt động bình thường. Thực hiện:

- Đặt giá trị Số lần lỗi liên tiếp về 0 để đếm lại số lần kiểm tra ứng dụng thất bại liên tiếp.
- Nếu Trạng thái ứng dụng hiện tại đang nhận giá trị Sai, thực hiện đặt lại giá trị thành Đúng để biết ứng dụng đang hoạt động bình thường.

Trường hợp 2: Ứng dụng lỗi trong lần kiểm tra hiện tại

Nếu ứng dụng không phản hồi lại trạng thái của nó cho hệ thống điều phối quản lý trong thời gian Thời gian chờ phản hồi, ta xác định ứng dụng bị lỗi. Thực hiện:

- Tăng giá trị Số lần lỗi liên tiếp thêm 1 lần để đếm số lần kiểm tra ứng dụng thất bại liên tiếp.

- Kiểm tra nếu Số lần lỗi liên tiếp bằng Số lần để ra quyết định ứng dụng lỗi, chứng tỏ ứng dụng đã bị lỗi liên tiếp tới đa số lần cho phép, ta có căn cứ khẳng định ứng dụng đã thực sự bị lỗi. Thực hiện đặt lại giá trị Trạng thái ứng dụng hiện tại thành Sai để biết ứng dụng đang bị lỗi.

Sau bước 2, ta đã có thông tin mỗi ứng dụng đang hoạt động bình thường hay bị lỗi bằng cách lấy thông tin Trạng thái ứng dụng hiện tại của mỗi bản ghi THONG_TIN_PHAT_HIEN_LOI. Sau khi phát hiện được các ứng dụng bị lỗi, chuyển sang thực hiện bước 3 để tìm nguyên nhân gây lỗi.

Bước 3: tìm nguyên nhân gốc gây lỗi ứng dụng.

Khi ứng dụng bị lỗi, có thể có nhiều nguyên nhân liên quan đến các thành phần trong mô hình triển khai ứng dụng. Trước hết, ta phải xác định rõ gồm có những thành phần nào liên quan, sau đó kiểm tra trạng thái của từng thành phần, cuối cùng xác định thành phần bị lỗi và nguyên nhân gây lỗi.

Trên cơ sở đó, dựa vào mô hình triển khai ứng dụng ở hình 1 và đã được mô tả ở phần Tình trạng kỹ thuật của sáng chế, ta xác định các thành phần liên quan cần kiểm tra bao gồm:

- Ứng dụng
- Ứng dụng trung gian
- Máy ảo
- Máy chủ vật lý chứa máy ảo

Sơ đồ xác định nguyên nhân lỗi được thể hiện ở hình 2.

Các nguyên nhân lỗi được định nghĩa và ý nghĩa của chúng được mô tả như bảng sau:

NGUYÊN NHÂN LỖI	Ý NGHĨA
UNG_DUNG_LOI	Ứng dụng lỗi: Bản thân ứng dụng bị lỗi trong quá trình chạy.
UNG_DUNG_TRUNG_GIAN_LOI	Ứng dụng trung gian lỗi: Ứng dụng trung gian bị lỗi trong quá trình chạy.
DAI_MANG_GIAO_TIEP_LOI	Dải mạng giao tiếp lỗi: Dải mạng của máy ảo sử dụng để ứng dụng giao tiếp với hệ thống điều phối quản lý bị lỗi, dẫn đến hệ thống điều phối quản lý không kết nối được tới ứng dụng.
MAY_CHU_VAT_LY_HONG	- Máy chủ vật lý hỏng: Máy chủ vật lý mà máy ảo được tạo trên nó bị hỏng hoặc bị tắt, dẫn đến toàn bộ máy ảo trên máy chủ đều lỗi, bao gồm cả máy ảo chạy ứng dụng.

PHAN_CUNG_MAY_CHU_VAT_LY_LOI	Phần cứng (bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa) máy chủ vật lý lỗi: Phần cứng bao gồm các thành phần bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa của máy chủ vật lý bị lỗi, dẫn đến các máy ảo nằm trên máy chủ bị lỗi không hoạt động được.
MAY_AO_HONG	Máy ảo hỏng: Máy ảo mà ứng dụng đang chạy bị hỏng hoặc bị tắt.
TAI_NGUYEN_MAY_AO_LOI	Tài nguyên ảo (bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa) của máy ảo lỗi: Tài nguyên của máy ảo bao gồm các thành phần bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa được ảo hóa bị lỗi, dẫn đến máy ảo không hoạt động được.
CHUA_XAC_DINH	Nguyên nhân lỗi chưa xác định được sau khi đã kiểm tra các thành phần.

Chi tiết quá trình thực hiện các bước trong sơ đồ như sau:

Đầu vào là ứng dụng với trạng thái lỗi. Để lấy các ứng dụng lỗi ta thực hiện lọc toàn bộ các bản ghi trong cơ sở dữ liệu THONG_TIN_PHAT_HIEN_LOI có giá trị trường Trạng thái ứng dụng hiện tại là Sai. Với mỗi bản ghi, tìm kiếm trong cơ sở dữ liệu DICH_VU theo trường Định danh dịch vụ lấy được bản ghi dịch vụ tương ứng, trong bản ghi dịch vụ lọc trong danh sách ứng dụng theo Định danh ứng dụng lấy được thông tin chi tiết ứng dụng bị lỗi, bao gồm máy ảo mà ứng dụng đang chạy, các dải mạng sử dụng, máy chủ vật lý. Dựa vào các thông tin này, hệ thống điều phối quản lý có thể lấy thông tin và trạng thái hiện tại của các thành phần liên quan. Thực hiện các bước như sau:

- B3.1: kiểm tra ứng dụng trung gian

Tương tự như ứng dụng của dịch vụ, ứng dụng trung gian cũng có đường dẫn để kiểm tra trạng thái hoạt động hiện tại của nó. Do ứng dụng trung gian nằm trong hệ thống điều phối quản lý, các thông tin của nó đã có sẵn, cùng với địa chỉ IP giao tiếp giống với ứng dụng chính, ta xây dựng được địa chỉ hoàn chỉnh để kiểm tra trạng thái của ứng dụng trung gian.

Hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu đến ứng dụng trung gian để kiểm tra trạng thái của nó. Nếu trạng thái hoạt động bình thường, chứng tỏ các thành phần khác cũng hoạt động bình thường, lỗi do chính ứng dụng có vấn đề, xác định nguyên nhân lỗi là UNG_DUNG_LOI, chuyển sang bước 4. Ngược lại, chuyển sang bước 3.2.

- B3.2: kiểm tra tài nguyên ảo của máy ảo

Ứng dụng trung gian và ứng dụng chính chạy bị lỗi, ta kiểm tra các thành phần của máy ảo, trước hết là các tài nguyên ảo. Các tài nguyên này được hệ thống điều phối quản lý giám sát

về hiệu năng cũng như các lỗi xảy ra. Nếu tại thời điểm ứng dụng xảy ra lỗi, hệ thống điều phối quản lý phát hiện thấy lỗi tài nguyên ảo hóa bao gồm bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa của máy ảo, kết hợp với hiệu năng sử dụng tài nguyên đạt dưới ngưỡng cho phép trong một thời gian quy định, sẽ kết luận tài nguyên bị lỗi. Điều này sẽ làm cho máy ảo không hoạt động được, ứng dụng trung gian và ứng dụng trên máy ảo cũng chạy lỗi. Xác định nguyên nhân lỗi là TAI_NGUYEN_MAY_AO_LOI, chuyển sang bước 4. Ngược lại, chuyển sang bước 3.3.

- B3.3: kiểm tra dải mạng giao tiếp

Nếu tài nguyên của máy ảo không bị lỗi, ta kiểm tra kết nối mạng của ứng dụng với hệ thống điều phối quản lý. Hệ thống điều phối quản lý lấy thông tin trạng thái dải mạng giao tiếp với hệ thống điều phối quản lý của máy ảo từ nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa. Nếu nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa trả về trạng thái là lỗi, hệ thống điều phối quản lý sẽ không kết nối được với ứng dụng, chuyển sang bước 3.4. Ngược lại, dải mạng vẫn kết nối được, như vậy các thành phần phần cứng và mạng không có vấn đề gì, lỗi thuộc về phần ứng dụng. Ứng dụng trung gian và ứng dụng chính đều bị lỗi, xác định nguyên nhân lỗi là UNG_DUNG_TRUNG_GIAN_LOI và chuyển sang bước 4 để sửa chữa ứng dụng trung gian và bật lại ứng dụng chính.

- B3.4: kiểm tra các dải mạng khác dải mạng giao tiếp

Khi dải mạng giao tiếp không kết nối được, ta kiểm tra các dải mạng khác của máy ảo xem có đang hoạt động hay không. Nếu toàn bộ các dải mạng đều lỗi, ta tiếp tục kiểm tra các thành phần khác. Nếu có một trong các dải mạng khác hoạt động bình thường, chứng tỏ dải mạng giao tiếp bị lỗi còn dải khác vẫn hoạt động. Hệ thống điều phối quản lý lấy thông tin trạng thái các dải mạng của máy ảo khác dải mạng giao tiếp với hệ thống điều phối quản lý từ nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa. Nếu nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa phản hồi có một trong các dải mạng khác hoạt động bình thường, chứng tỏ dải mạng giao tiếp bị lỗi, xác định nguyên nhân lỗi là DAI_MANG_GIAO_TIEP_LOI, chuyển sang bước 4. Ngược lại, chuyển sang bước 3.5.

- B3.5: kiểm tra máy ảo hỏng

Sau khi kiểm tra các thành phần con trong máy ảo, ta kiểm tra trạng thái của máy ảo. Máy ảo vì nguyên nhân gì đó làm trạng thái trở thành hỏng, sẽ không chạy được ứng dụng. Hệ thống điều phối quản lý lấy thông tin trạng thái máy ảo từ nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa. Nếu nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa trả về trạng thái là hỏng, nguyên nhân lỗi được xác định là MAY_AO_HONG, chuyển sang bước 4. Ngược lại, chuyển sang bước 3.5.

- B3.6: kiểm tra tài nguyên phần cứng máy chủ

Sau khi kiểm tra máy ảo và các thành phần của nó mà chưa phát hiện được nguyên nhân lỗi, ta kiểm tra máy chủ vật lý, trước hết là các thành phần phần cứng. Các tài nguyên này được hệ thống điều phối quản lý giám sát về hiệu năng cũng như các lỗi xảy ra. Nếu tại thời điểm ứng dụng xảy ra lỗi, hệ thống điều phối quản lý phát hiện thấy lỗi tài nguyên phần cứng của máy chủ vật lý bao gồm bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa, kết hợp với việc theo dõi hiệu năng sử dụng tài nguyên đạt dưới ngưỡng cho phép, sẽ kết luận tài nguyên bị lỗi. Điều này sẽ làm cho các máy ảo tạo trên máy chủ vật lý không hoạt động được, ứng dụng trung gian và ứng dụng trên máy ảo cũng chạy lỗi. Xác định nguyên nhân lỗi là PHAN_CUNG_MAY_CHU_VAT_LY_LOI, chuyển sang bước 4. Ngược lại, chuyển sang bước 3.7.

- B3.7: kiểm tra máy chủ vật lý hỏng

Khi kiểm tra tài nguyên phần cứng của máy chủ vật lý không có vấn đề, ta kiểm tra trạng thái hiện tại của máy chủ vật lý. Hệ thống điều phối quản lý lấy thông tin trạng thái máy chủ vật lý từ nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa. Nếu nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa trả về trạng thái là hỏng, nguyên nhân lỗi được xác định là MAY_CHU_VAT_LY_HONG, chuyển sang bước 4. Ngược lại, chuyển sang bước 3.8.

- B3.8: do đã xét các thành phần liên quan nhưng chưa tìm ra nguyên nhân gây lỗi nên nguyên nhân lỗi sẽ được đặt thành trường hợp chung là CHUA_XAC_DINH, chuyển sang bước 4.

Như vậy, sau khi thực hiện xong bước 3, ta đã xác định được nguyên nhân lỗi và quy về một trong các định nghĩa nguyên nhân lỗi đã cấu hình. Chuyển sang thực hiện bước 4.

Bước 4: thực hiện các hành động sửa chữa ứng dụng theo cấu hình.

Sáng chế đề xuất định nghĩa các cách sửa chữa và ý nghĩa của chúng trong bảng sau:

CÁCH SỬA CHỮA	Ý NGHĨA
KHOI_DONG_LAI_UNG_DUNG	Khởi động lại ứng dụng: Hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho ứng dụng trung gian thực hiện lệnh chạy lại ứng dụng.
KHOI_DONG_LAI_MAY_AO	Khởi động lại máy ảo: Hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện khởi động lại máy ảo. Sau khi máy ảo khởi động lại thành công, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng.
XOA_VA_TAO_LAI_DIA_CHI_IP	Xóa địa chỉ IP và tạo lại: Hệ thống điều phối quản lý

	gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện gỡ địa chỉ IP thuộc một dải mạng máy ảo đang sử dụng, xóa địa chỉ IP này và tạo lại, sau đó gắn lại vào máy ảo.
XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO	Xóa máy ảo hiện tại và tạo lại máy ảo mới: Hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện xóa máy ảo hiện tại và tạo lại máy ảo mới với tài nguyên, các dải mạng, địa chỉ IP giống với máy ảo cũ. Sau khi tạo xong máy ảo mới, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng.
SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI	Tạo bản sao máy ảo hiện tại, sau đó xóa máy ảo hiện tại và sử dụng bản sao để tạo máy ảo mới: Hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện tạo một bản sao của máy ảo hiện tại, sau đó xóa máy ảo hiện tại và tạo một máy ảo mới từ bản sao vừa tạo. Việc tạo bản sao sẽ giữ nguyên được dữ liệu lưu trong ổ đĩa không bị mất. Máy ảo mới có tài nguyên, các dải mạng, địa chỉ IP giống với máy ảo cũ và dữ liệu trong ổ đĩa được giữ nguyên như máy ảo cũ. Sau khi tạo xong máy ảo mới, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng.
DI_CHUYEN_MAY_AO	Di chuyển máy ảo sang máy chủ vật lý khác: Hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện di chuyển máy ảo sang máy chủ vật lý khác. Việc này chỉ thực hiện được khi máy chủ vật lý hiện tại vẫn đang bật. Dữ liệu của máy ảo vẫn được bảo toàn. Sau khi di chuyển xong máy ảo, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng.
DI_TAN_MAY_AO	Di tán máy ảo sang máy chủ vật lý khác: Hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện di tán máy ảo sang máy chủ vật lý khác. Việc này chỉ thực hiện được khi máy chủ vật lý hiện tại đang hỏng. Dữ liệu của máy ảo vẫn được

	bảo toàn. Sau khi di tản xong máy ảo, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng.
--	--

Do mỗi nguyên nhân lỗi sẽ có một số cách sửa chữa phù hợp, sáng chế đề xuất một loại nguyên nhân sẽ chỉ được sử dụng một số cách sửa chữa nhất định. Chi tiết như bảng sau:

NGUYÊN NHÂN LỖI	CÁCH SỬA CHỮA
UNG_DUNG_LOI	- KHOI_DONG_LAI_UNG_DUNG - KHOI_DONG_LAI_MAY_AO
UNG_DUNG_TRUNG_GIAN_LOI	- KHOI_DONG_LAI_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO
DAI_MANG_GIAO_TIEP_LOI	- XOA_VA_TAO_LAI_DIA_CHI_IP - KHOI_DONG_LAI_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO - SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI - DI_CHUYEN_MAY_AO
MAY_CHU_VAT_LY_HONG	- DI_TAN_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO
PHAN_CUNG_MAY_CHU_VAT_LY_LOI	- DI_CHUYEN_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO
MAY_AO_HONG	- KHOI_DONG_LAI_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO - SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI - DI_CHUYEN_MAY_AO
TAI_NGUYEN_MAY_AO_LOI	- XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO - SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI - DI_CHUYEN_MAY_AO
CHUA_XAC_DINH	- KHOI_DONG_LAI_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO - SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI - DI_CHUYEN_MAY_AO

Đối với các ứng dụng yêu cầu cao về bảo toàn dữ liệu, nên chọn những cách sửa chữa đảm bảo dữ liệu không bị mất.

Tùy thuộc vào tình trạng của các thành phần trong hạ tầng ảo hóa, có những cách sửa chữa sẽ không thực hiện được bởi nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa do không đảm bảo một số điều kiện nào đó, hoặc thực hiện nhưng thất bại. Vì vậy cần phải có các phương án dự phòng trong trường hợp thực hiện hành động sửa chữa thất bại. Vì vậy cấu hình sửa chữa là một danh sách các hành động.

Sau bước 3, sau khi đã xác định được nguyên nhân lỗi, thực hiện lọc trong cơ sở dữ liệu THONG_TIN_SUA_CHUA_LOI theo Định danh dịch vụ và Định danh ứng dụng ở bước 3, lấy giá trị danh sách hành động sửa chữa lỗi tương ứng của nguyên nhân lỗi. Thực hiện các hành động theo thứ tự cho đến khi ứng dụng chạy lại thành công hoặc đã thực hiện hết các hành động theo cấu hình.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

- Tự động phát hiện lỗi: tự động phát hiện ứng dụng xảy ra lỗi nhanh chóng trong thời gian ngắn mà không cần giám sát của con người, giảm bớt chi phí vận hành
- Tìm được nguyên nhân gốc gây ra lỗi: xác định được thành phần bị lỗi và nguyên nhân gốc gây ra lỗi.
- Tự động sửa chữa lỗi: tự động thực hiện các hành động sửa chữa phù hợp theo cấu hình giúp ứng dụng bị lỗi hoạt động trở lại, đảm bảo tính sẵn sàng cho dịch vụ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tự động phát hiện và sửa chữa ứng dụng lỗi nhằm đảm bảo tính sẵn sàng các dịch vụ trên nền tảng ảo hóa bao gồm các bước:

bước 1: xây dựng cấu trúc dữ liệu lưu trữ các thông tin của ứng dụng liên quan tới phát hiện và sửa chữa lỗi; tại bước này, ta xây dựng cấu trúc dữ liệu lưu trữ các thông tin liên quan đến phát hiện lỗi, bao gồm thông tin kết nối tới ứng dụng như giao thức kết nối, cổng kết nối, đường dẫn kiểm tra trạng thái; cách thức kiểm tra ứng dụng hoạt động gồm chu kỳ kiểm tra, thời gian chờ phản hồi, số lần thất bại tối đa để ra quyết định ứng dụng lỗi; cuối cùng là lưu trữ trạng thái của ứng dụng hiện tại là lỗi hay không; thông tin này được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu theo cấu trúc sau:

TÊN TRƯỜNG	Kiểu dữ liệu	Ý NGHĨA
Định danh dịch vụ	Chuỗi kí tự	Định danh của dịch vụ cần kiểm tra
Định danh ứng dụng	Chuỗi kí tự	Định danh của ứng dụng con của dịch vụ cần kiểm tra
Thông tin kết nối ứng dụng	Đối tượng	Các thông tin để kết nối ứng dụng
> Đường dẫn kiểm tra trạng thái ứng dụng	Chuỗi kí tự	Đường dẫn để hệ thống giám sát gọi tới ứng dụng để kiểm tra trạng thái
> Cổng kết nối ứng dụng	Số nguyên dương	Cổng mà ứng dụng chạy
> Giao thức sử dụng	Chuỗi kí tự	Giao thức ứng dụng sử dụng. Là một trong các loại sau: - http - https
Thông tin cách thức kiểm tra ứng dụng	Đối tượng	Thông tin về cách thức kiểm tra ứng dụng
> Chu kỳ kiểm tra	Số nguyên dương	Chu kỳ kiểm tra ứng dụng
> Thời gian chờ phản hồi	Số nguyên dương	Thời gian tối đa chờ nhận phản hồi từ ứng dụng sau khi gửi yêu cầu thành công
> Số lần để ra quyết định ứng dụng lỗi	Số nguyên dương	Số lần kiểm tra thất bại liên tiếp tối đa để quyết định chuyển trạng thái ứng dụng thành lỗi
Số lần lỗi liên tiếp	Số tự nhiên	Số lần kiểm tra thất bại liên tiếp

Trạng thái ứng dụng hiện tại	Kiểu đúng sai	Ứng dụng có đang hoạt động bình thường hay không: Đúng: ứng dụng hoạt động bình thường Sai: ứng dụng bị lỗi
------------------------------	---------------	---

tiếp theo là xây dựng cấu trúc dữ liệu lưu trữ các thông tin liên quan đến sửa chữa lỗi, bao gồm thông tin các nguyên nhân lỗi được định nghĩa và cấu hình danh sách các cách sửa chữa tương ứng, được thực hiện lần lượt; thông tin này được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu theo cấu trúc sau:

TÊN TRƯỜNG	Kiểu DỮ LIỆU	Ý NGHĨA
Định danh dịch vụ	Chuỗi kí tự	Định danh của dịch vụ cần kiểm tra
Định danh ứng dụng	Chuỗi kí tự	Định danh của ứng dụng con của dịch vụ cần kiểm tra
Nguyên nhân lỗi và cách sửa chữa tương ứng	Ánh xạ các cặp khóa - giá trị có dạng chuỗi kí tự - danh sách chuỗi kí tự	Cấu hình danh sách các hành động tương ứng sẽ thực hiện với mỗi loại nguyên nhân lỗi

bước 2: theo dõi hoạt động bất thường của ứng dụng; tại bước này, ta xây dựng địa chỉ hoàn chỉnh để gọi đến chức năng kiểm tra trạng thái ứng dụng; địa chỉ hoàn chỉnh được xây dựng từ các thông tin kết nối ứng dụng trong cấu trúc dữ liệu liên quan đến phần phát hiện lỗi ở bước 1 và địa chỉ IP thuộc dải mạng của máy ảo sử dụng giao tiếp với hệ thống điều phối quản lý lấy từ thông tin dịch vụ; sau khi xây dựng được địa chỉ để gọi chức năng kiểm tra trạng thái ứng dụng, hệ thống điều phối quản lý thực hiện gọi vào địa chỉ này định kỳ thực hiện kiểm tra trạng thái ứng dụng; ứng dụng gửi phản hồi trạng thái hoạt động của nó cho hệ thống điều phối quản lý trong thời gian chờ cho phép sẽ được coi là đang hoạt động bình thường, trạng thái ứng dụng lưu trong cơ sở dữ liệu phát hiện lỗi được đặt về đang hoạt động; ngược lại, nếu ứng dụng liên tiếp không gửi phản hồi hoặc phản hồi chậm quá thời gian sau tối đa lần cho phép, ứng dụng bị coi là lỗi và trạng thái ứng dụng trong cơ sở dữ liệu phát hiện lỗi được đặt thành lỗi;

bước 3: tìm nguyên nhân gốc gây lỗi ứng dụng; ở bước này thực hiện tìm toàn bộ các bản ghi trong cơ sở dữ liệu phát hiện lỗi có trạng thái ứng dụng hiện tại là lỗi để lấy danh sách các ứng dụng lỗi; sau đó thực hiện kiểm tra các thành phần liên quan đến ứng dụng để xác

định nguyên nhân lỗi thuộc về thành phần nào và nguyên nhân lỗi là gì; các nguyên nhân lỗi có thể xuất hiện được định nghĩa và ý nghĩa tương ứng của chúng được mô tả như bảng sau:

NGUYÊN NHÂN LỖI	Ý NGHĨA
UNG_DUNG_LOI	ứng dụng lỗi: bản thân ứng dụng bị lỗi trong quá trình chạy;
UNG_DUNG_TRUNG_GIAN_LOI	ứng dụng trung gian lỗi: ứng dụng trung gian bị lỗi trong quá trình chạy;
DAI_MANG_GIAO_TIEP_LOI	dải mạng giao tiếp lỗi: dải mạng của máy ảo sử dụng để ứng dụng giao tiếp với hệ thống điều phối quản lý bị lỗi, dẫn đến hệ thống điều phối quản lý không kết nối được tới ứng dụng;
MAY_CHU_VAT_LY_HONG	máy chủ vật lý hỏng: máy chủ vật lý mà máy ảo được tạo trên nó bị hỏng hoặc bị tắt, dẫn đến toàn bộ máy ảo trên máy chủ đều lỗi, bao gồm cả máy ảo chạy ứng dụng;
PHAN_CUNG_MAY_CHU_VAT_LY_LOI	phần cứng (bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa) máy chủ vật lý lỗi: phần cứng bao gồm các thành phần bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa của máy chủ vật lý bị lỗi, dẫn đến các máy ảo nằm trên máy chủ bị lỗi không hoạt động được;
MAY_AO_HONG	máy ảo hỏng: máy ảo mà ứng dụng đang chạy bị hỏng hoặc bị tắt;
TAI_NGUYEN_MAY_AO_LOI	tài nguyên ảo (bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa) của máy ảo lỗi: tài nguyên của máy ảo bao gồm các thành phần bộ xử lý, bộ nhớ, ổ đĩa được ảo hóa bị lỗi, dẫn đến máy ảo không hoạt động được;
CHUA_XAC_DINH	nguyên nhân lỗi chưa xác định được sau khi đã kiểm tra các thành phần;

thực hiện lần lượt các bước như sau:

bước 3.1: kiểm tra ứng dụng trung gian;

bước 3.2: kiểm tra tài nguyên ảo của máy ảo;

bước 3.3: kiểm tra dải mạng giao tiếp;

bước 3.4: kiểm tra các dải mạng khác dải mạng giao tiếp;

bước 3.5: kiểm tra máy ảo hỏng;

bước 3.6: kiểm tra tài nguyên phần cứng máy chủ;

bước 3.7: kiểm tra máy chủ vật lý hỏng;

bước 3.8: đặt nguyên nhân lỗi thành chưa xác định.

sau khi thực hiện bước 3, ta xác định được nguyên nhân lỗi và quy về một trong các định nghĩa nguyên nhân lỗi đã cấu hình;

bước 4: thực hiện các hành động sửa chữa ứng dụng theo cấu hình;

các cách sửa chữa được định nghĩa và ý nghĩa của chúng được mô tả như bảng sau:

CÁCH SỬA CHỮA	Ý NGHĨA
KHOI_DONG_LAI_UNG_DUNG	khởi động lại ứng dụng: hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho ứng dụng trung gian thực hiện lệnh chạy lại ứng dụng;
KHOI_DONG_LAI_MAY_AO	khởi động lại máy ảo: hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện khởi động lại máy ảo; sau khi máy ảo khởi động lại thành công, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng;
XOA_VA_TAO_LAI_DIA_CHI_IP	xóa địa chỉ IP và tạo lại: hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện gỡ địa chỉ IP thuộc một dải mạng máy ảo đang sử dụng, xóa địa chỉ IP này và tạo lại, sau đó gắn lại vào máy ảo;
XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO	xóa máy ảo hiện tại và tạo lại máy ảo mới: hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện xóa máy ảo hiện tại và tạo lại máy ảo mới với tài nguyên, các dải mạng, địa chỉ IP giống với máy ảo cũ; sau khi tạo xong máy ảo mới, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng;
SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI	tạo bản sao máy ảo hiện tại, sau đó xóa máy ảo hiện tại và sử dụng bản sao để tạo máy ảo mới: hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện tạo một bản sao của máy ảo hiện tại, sau đó xóa máy ảo hiện tại và tạo một máy ảo mới từ bản sao vừa tạo; việc tạo bản sao sẽ giữ nguyên được dữ liệu lưu trong ổ đĩa không bị mất;

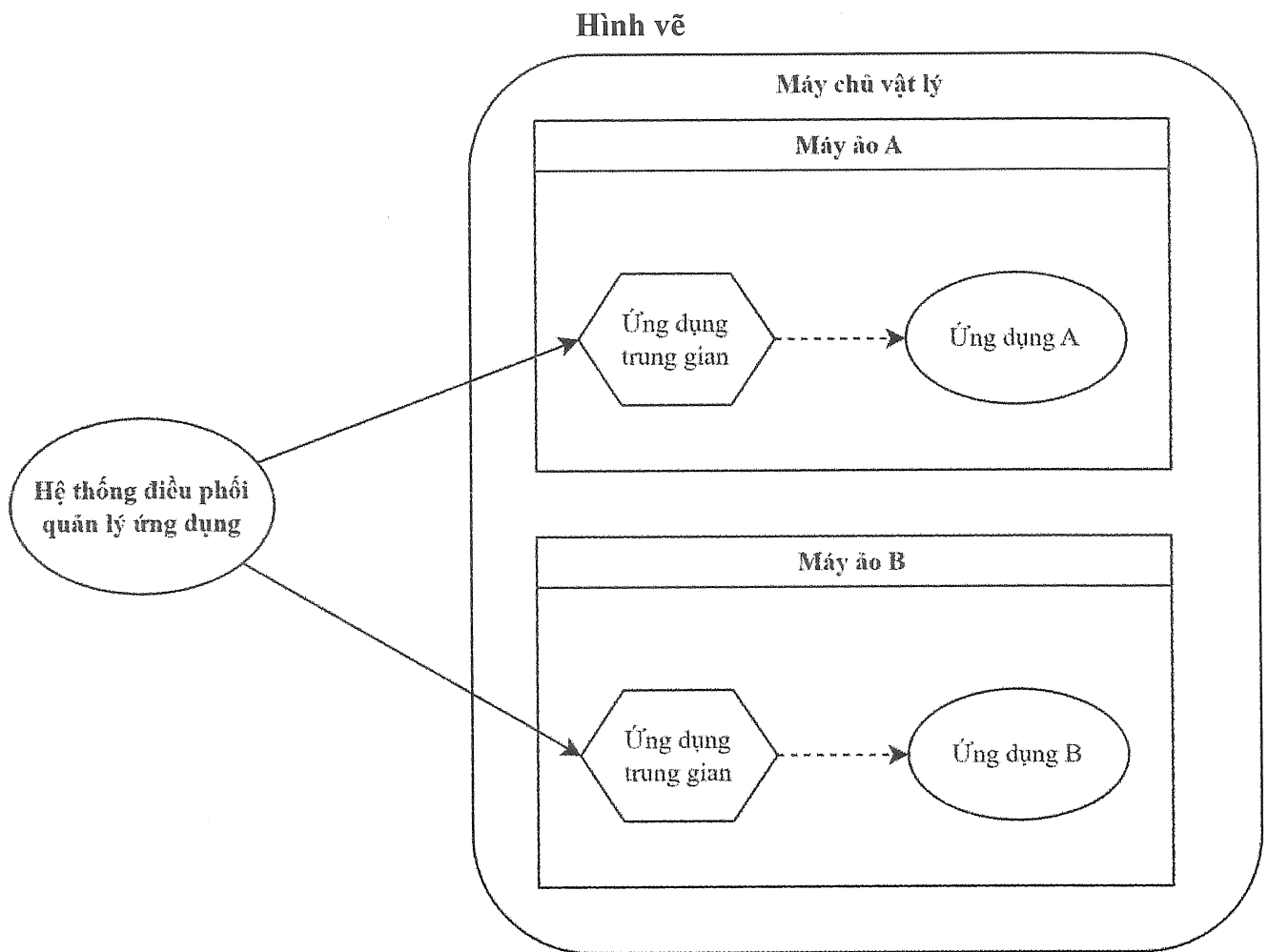
	máy ảo mới có tài nguyên, các dải mạng, địa chỉ IP giống với máy ảo cũ và dữ liệu trong ổ đĩa được giữ nguyên như máy ảo cũ; sau khi tạo xong máy ảo mới, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng;
DI_CHUYEN_MAY_AO	di chuyển máy ảo sang máy chủ vật lý khác: hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện di chuyển máy ảo sang máy chủ vật lý khác; việc này chỉ thực hiện được khi máy chủ vật lý hiện tại vẫn đang bật; dữ liệu của máy ảo vẫn được bảo toàn; sau khi di chuyển xong máy ảo, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng;
DI_TAN_MAY_AO	di tản máy ảo sang máy chủ vật lý khác: hệ thống điều phối quản lý gửi yêu cầu cho nền tảng quản lý hạ tầng ảo hóa thực hiện di tản máy ảo sang máy chủ vật lý khác; việc này chỉ thực hiện được khi máy chủ vật lý hiện tại đang hóng; dữ liệu của máy ảo vẫn được bảo toàn; sau khi di tản xong máy ảo, thực hiện bật lại ứng dụng trung gian và ứng dụng;

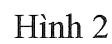
do mỗi nguyên nhân lỗi sẽ có một số cách sửa chữa phù hợp, sáng chế đề xuất một loại nguyên nhân sẽ chỉ được sử dụng một số cách sửa chữa nhất định; chi tiết như bảng sau:

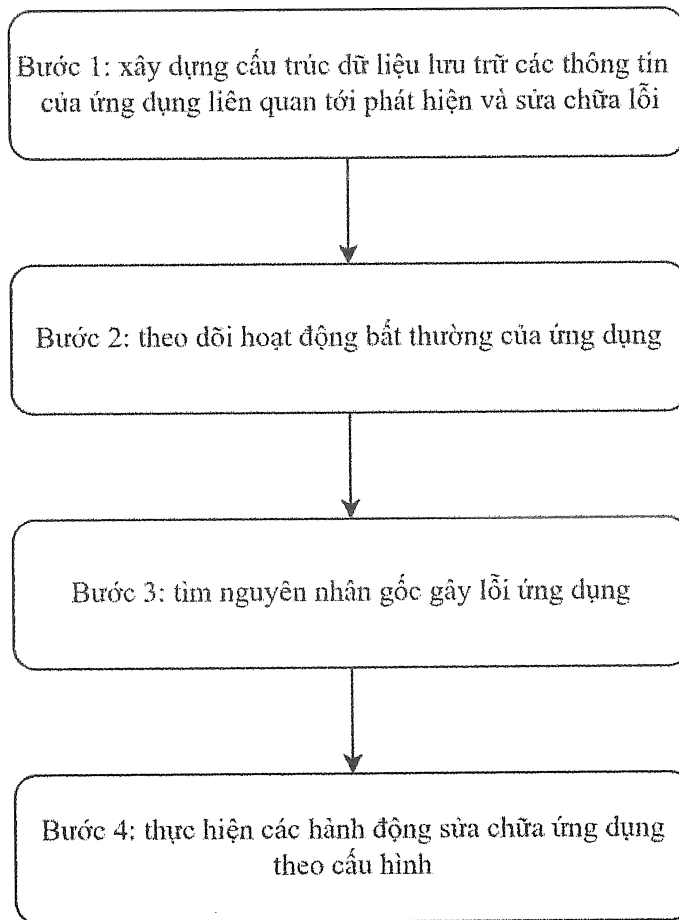
NGUYÊN NHÂN LỖI	CÁCH SỬA CHỮA
UNG_DUNG_LOI	- KHOI_DONG_LAI_UNG_DUNG - KHOI_DONG_LAI_MAY_AO
UNG_DUNG_TRUNG_GIAN_LOI	- KHOI_DONG_LAI_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO
DAI_MANG_GIAO_TIEP_LOI	- XOA_VA_TAO_LAI_DIA_CHI_IP - KHOI_DONG_LAI_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO - SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI - DI_CHUYEN_MAY_AO
MAY_CHU_VAT_LY_HONG	- DI_TAN_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO

PHAN_CUNG_MAY_CHU_VAT_L Y_LOI	- DI_CHUYEN_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO
MAY_AO_HONG	- KHOI_DONG_LAI_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO - SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI - DI_CHUYEN_MAY_AO
TAI_NGUYEN_MAY_AO_LOI	- XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO - SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI - DI_CHUYEN_MAY_AO
CHUA_XAC_DINH	- KHOI_DONG_LAI_MAY_AO - XOA_VA_TAO_LAI_MAY_AO - SU_DUNG_BAN_SAO_TAO_MAY_AO_MOI - DI_CHUYEN_MAY_AO

ở bước này sau khi đã có nguyên nhân lỗi, thực hiện lấy các hành động sửa chữa tương ứng cho nguyên nhân lỗi đã cấu hình trong cấu trúc dữ liệu lưu trữ thông tin sửa chữa lỗi, sau đó thực hiện lần lượt từng hành động theo thứ tự cho đến khi ứng dụng chạy lại thành công hoặc đã thực hiện hết các hành động theo cấu hình.

**Hình 1**





Hình 3