

# CƠ CHẾ HỢP TÁC HIỆU QUẢ CHO MẠNG DI ĐỘNG TÙY BIẾN HỖ TRỢ BỞI Đám MÂY

Vũ Khánh Quý, Nguyễn Đình Hân

Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Hưng Yên

quyvk0705@gmail.com, nguyendinhhan@gmail.com

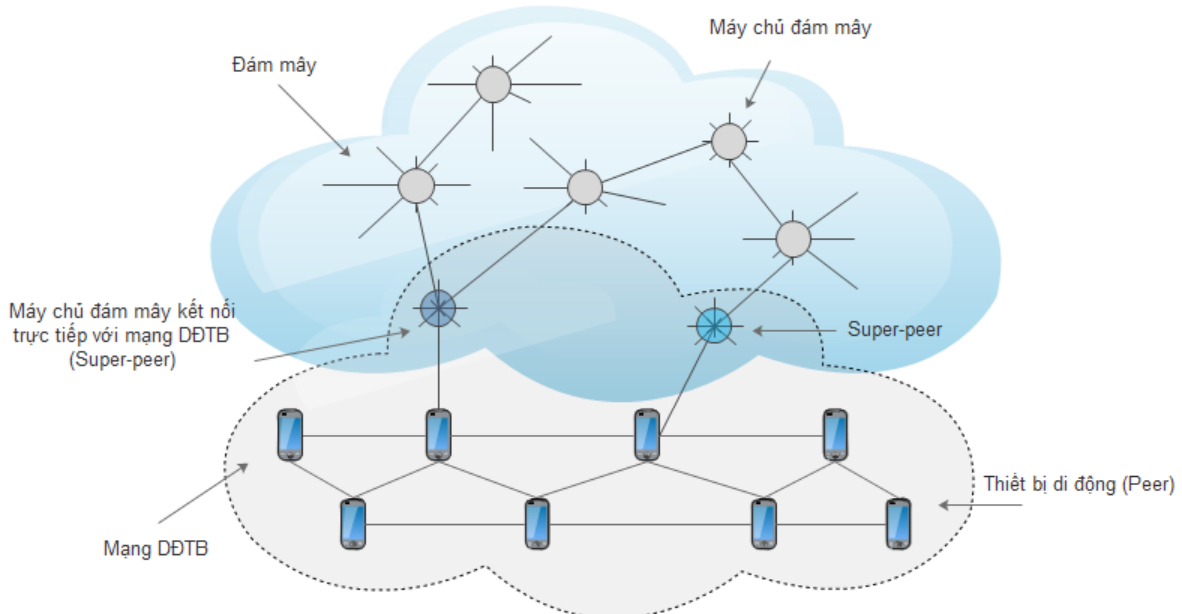
**TÓM TẮT** - Các mạng di động tùy biến hỗ trợ bởi đám mây đang có tiềm năng phát triển rất mạnh. Tính đơn giản và hiệu quả của mạng di động tùy biến kết hợp với khả năng công nghệ của đám mây cho phép cung cấp các dịch vụ, ứng dụng có tính năng vượt trội, chưa từng có trước đây. Tuy nhiên, sự kết hợp mạng trong thực tiễn đòi hỏi nhiều giải pháp công nghệ. Trong bài báo này, chúng tôi quan tâm đến giải pháp xử lý vấn đề mất kết nối trong mạng. Giao tiếp di động xảy ra mất liên lạc khi một nút mạng gặp sự cố hoặc rời mạng. Mất kết nối có thể gây ra nhiều vấn đề nghiêm trọng. Khi các kết nối trực tiếp đến một máy chủ dữ liệu đám mây bị mất, hệ thống sẽ tiêu tốn nhiều thời gian và chi phí để khôi phục. Hiện chưa có giải pháp nào giải quyết được vấn đề này. Chúng tôi đề xuất một cơ chế hợp tác giữa các máy chủ đám mây cho phép giải quyết hiệu quả vấn đề nói trên. Kết quả thực nghiệm khẳng định rằng giải pháp của chúng tôi giúp giảm đáng kể thời gian và chi phí của hệ thống.

**Từ khóa** – Mạng di động tùy biến, đám mây, mạng thế hệ mới, mạng 4G, mạng 5G.

## I. GIỚI THIỆU CHUNG

Các thiết bị di động đang được sử dụng rất phổ biến, là công cụ thiết yếu trong đời sống xã hội hiện đại. Mạng kết nối các thiết bị di động ngày càng phức tạp, đa dạng về chủng loại và công nghệ. Thế hệ thứ 4 (4G) của các mạng di động đã được triển khai thành công ở một số quốc gia và sẽ được mở rộng trên phạm vi toàn thế giới trong tương lai không xa. Thế hệ tiếp theo của các mạng di động (thế hệ 5G) đang là lĩnh vực nghiên cứu thời sự trong cả giới công nghiệp và học thuật [1]. Do yêu cầu ngày càng cao về tốc độ truyền dữ liệu, chất lượng dịch vụ đối với các mạng di động, những tiêu chuẩn kỹ thuật, công nghệ mới thường xuyên được cải tiến cũng như thiết lập mới. Hoạt động nghiên cứu về mạng di động tùy biến thế hệ mới (4G, 5G) đang diễn ra rất sôi động với nhiều hướng nghiên cứu quan trọng như: nâng cao hiệu năng mạng, tiết kiệm năng lượng, bảo mật và an toàn dữ liệu, v.v. Từ đây, nhiều công trình nghiên cứu có giá trị đã ra đời, đóng góp những công nghệ giao tiếp hoàn toàn mới [1-3].

Mạng di động tùy biến (ĐĐTĐ) là phương tiện giao tiếp rất thuận tiện và hiệu quả. Mặc dù bị giới hạn về tài nguyên và năng lực tính toán, các mạng di động tùy biến đã khẳng định được ưu điểm vượt trội trong truyền thông: hạ tầng linh hoạt, hỗ trợ di động, cho phép kết nối tốt hơn, đảm bảo chuyển giao ổn định giữa các mạng khác nhau, v.v. Nhờ đó, chúng hứa hẹn những đóng góp quan trọng vào sự phát triển của Internet tương lai [3]. Gần đây, điện toán đám mây đã được biết đến rộng rãi. Những tiến bộ trong điện toán đám mây cho phép đám mây cung cấp cơ sở hạ tầng, nền tảng tính toán và phần mềm như các dịch vụ cho người dùng từ một máy tính/thiết bị có kết nối Internet. Kết hợp đám mây và mạng di động tùy biến là xu hướng công nghệ tất yếu, nhận được sự quan tâm đặc biệt của các nhà cung cấp dịch vụ và cộng đồng nghiên cứu [2, 7, 10, 12].



Hình 1. Mô hình kiến trúc mạng ĐĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây

Rõ ràng, sự hỗ trợ của đám mây mang lại những khả năng mới, vượt trội cho mạng di động tùy biến nhờ thời gian hoạt động dài hơn, năng lực tính toán lớn và các tiện ích khác. Những lợi thế đó tạo điều kiện cho sự phát triển rất nhanh các ứng dụng và dịch vụ di động đa phương tiện [3, 7]. Tuy nhiên, thực tế đặt ra là: các mạng ĐĐTĐ không có

cấu trúc cố định, cấu hình liên tục biến đổi và thường xuyên mất kết nối [7, 12]. Đây là những thách thức chính đối với các giải pháp kết hợp đám mây cho mạng ĐĐTĐ.

Trong bài báo này, chúng tôi xem xét các mạng ĐĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây (xem Hình 1). Ở đó, các máy chủ đám mây tham gia vào mạng ĐĐTĐ với vai trò là các máy chủ cung cấp dịch vụ dữ liệu, tính toán và tìm kiếm. Theo thời gian, vai trò của các máy chủ đám mây ngày càng quan trọng vì chúng tích lũy nhiều dữ liệu và dịch vụ cần thiết cho mạng ĐĐTĐ. Do tình trạng mất kết nối thường xuyên xảy ra trong mạng ĐĐTĐ, hiệu quả khai thác dịch vụ từ các máy chủ đám mây sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng nếu kết nối bị mất liên quan trực tiếp tới chúng. Thật vậy, khi nhận được yêu cầu dịch vụ từ mạng ĐĐTĐ, máy chủ đám mây sẽ thực hiện tìm kiếm dịch vụ (trong cơ sở dữ liệu của nó và/hoặc khởi phát giao dịch tìm kiếm dịch vụ trên toàn đám mây) và trả về kết quả tìm kiếm. Máy chủ đám mây đó đồng thời sẽ cập nhật kết quả tìm kiếm vào cơ sở dữ liệu để phục vụ các yêu cầu dịch vụ sau này. Nếu kết nối giữa mạng ĐĐTĐ và một máy chủ đám mây bị mất, những dữ liệu và tiện ích cung cấp bởi máy chủ ấy sẽ không còn phát huy tác dụng. Khi đó, chi phí (thời gian, năng lượng tiêu thụ, tài nguyên tính toán, v.v.) thực hiện các yêu cầu dịch vụ từ mạng ĐĐTĐ sẽ tăng lên. Trong trường hợp xấu nhất, tương ứng với chi phí tìm kiếm dịch vụ trên toàn đám mây. Đến đây, ta có thể phân nào hình dung được chi phí lũy kế của hệ thống theo thời gian và tính cấp thiết phải có một giải pháp hữu hiệu.

Chúng tôi đề xuất một cơ chế hợp tác hiệu quả giữa các máy chủ đám mây giải quyết vấn đề nói trên. Cơ chế này cho phép các máy chủ đám mây làm việc hợp tác để chia sẻ và duy trì thông tin về các dữ liệu, dịch vụ sử dụng bởi mạng ĐĐTĐ. Với cơ chế của chúng tôi, dữ liệu và dịch vụ của một máy chủ đám mây vẫn sẽ hữu ích ngay cả khi nó không còn kết nối trực tiếp với mạng ĐĐTĐ. Những số liệu thu được từ thực nghiệm chứng tỏ giải pháp chúng tôi đưa ra rất hiệu quả, giúp giảm chi phí tới chín lần so với cơ chế thông thường. Chúng tôi cũng thảo luận, phân tích các điểm hạn chế và đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo.

## II. MẠNG ĐĐTĐ HỖ TRỢ BỞI ĐÁM MÂY

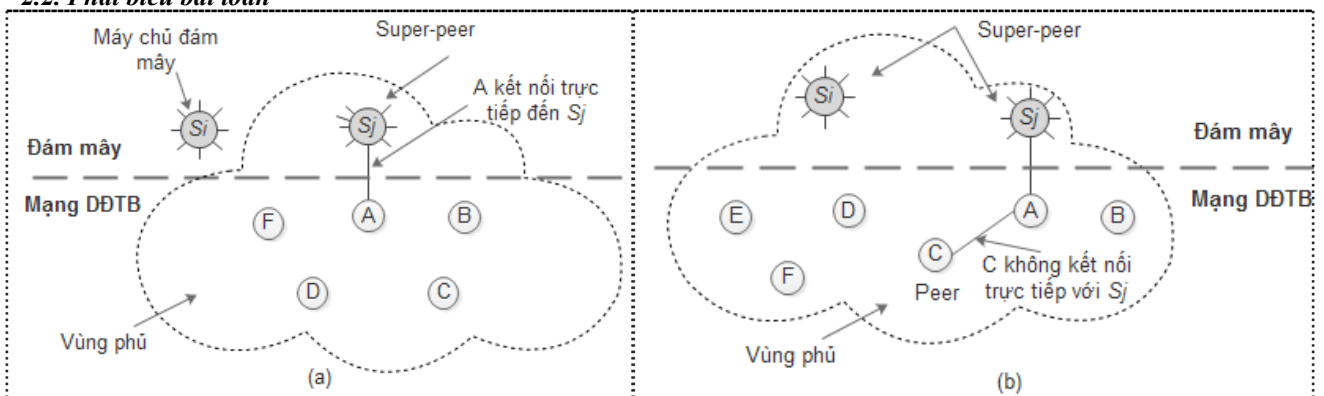
### 2.1. Kiến trúc mạng

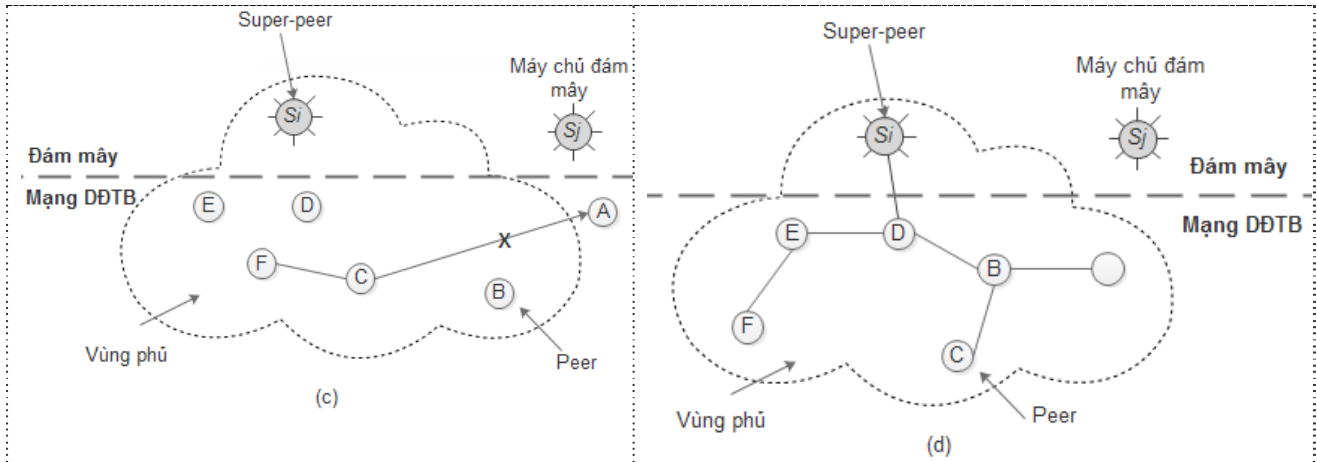
Chúng tôi xem xét một mạng ĐĐTĐ (4G, 5G) hỗ trợ bởi đám mây, được thiết kế nhằm thực thi hiệu quả các ứng dụng và dịch vụ dữ liệu đa phương tiện chạy trên thiết bị di động. Mạng này bao gồm hai thành phần là: đám mây và mạng ĐĐTĐ. Các đám mây được hình thành bởi các máy chủ dữ liệu kết nối với nhau. Mạng ĐĐTĐ là một tập các thiết bị di động (máy tính, điện thoại thông minh, cảm biến, v.v.) có khả năng giao tiếp với nhau qua môi trường vô tuyến. Kiểu kết hợp giữa một mạng di động thông thường và đám mây tạo thành *mạng di động đám mây* với nhiều khả năng công nghệ đã được nghiên cứu trong [3, 10, 14]. Trong công trình này, chúng tôi tập trung nghiên cứu cơ chế cải thiện hiệu năng, tiết kiệm chi phí cho mạng ĐĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây nói đến ở trên.

Để ưu tiên trình bày các hoạt động của cơ chế, tránh sa đà vào độ phức tạp và thành phần của các chi tiết vật lý bên dưới, chúng tôi sử dụng khái niệm *vùng phủ của mạng* [15] theo nghĩa là đơn vị phân phối dịch vụ đồng nhất trong mạng ĐĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây. Từ giờ trở đi, ta sẽ dùng thuật ngữ *vùng phủ của mạng ngang hàng* (hoặc ngắn gọn là *vùng phủ*) mỗi khi cần tham chiếu tới mạng ĐĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây. Vùng phủ là một tập các thiết bị di động gọi là các *peer* và các máy chủ đám mây kết nối với mạng ĐĐTĐ gọi là các *super-peer*. Lưu ý rằng một máy chủ đám mây chỉ được gọi là *super-peer* khi nó kết nối trực tiếp với mạng ĐĐTĐ để cung cấp dịch vụ hoặc chuyển tiếp yêu cầu dịch vụ từ các *peer* tới đám mây. Kiến trúc mạng và vùng phủ được minh họa trong Hình 1.

Trong vùng phủ, các *peer* giao tiếp với nhau và với các *super-peer* thông qua việc trao đổi thông báo trên mạng ĐĐTĐ. Giữa hai nút (*peer*/*super-peer*) bất kỳ có thể có *kết nối trực tiếp* hoặc *kết nối gián tiếp*. Trường hợp giữa hai nút có kết nối gián tiếp, các gói tin sẽ được các nút trung gian chuyển tiếp trong mạng. Khi đó, mỗi nút trung gian đóng vai trò là một bộ định tuyến. Ví dụ, trong Hình 1, chỉ có hai *peer* có kết nối trực tiếp, còn những *peer* khác chỉ có kết nối gián tiếp đến hai *super-peer*. Một nút gửi yêu cầu dịch vụ và nhận kết quả trả về từ các nút khác thông qua kết nối trực tiếp hoặc gián tiếp. Vùng phủ có khả năng tự tổ chức, cho phép các nút tham gia và rời khỏi nó tại bất cứ thời điểm nào.

### 2.2. Phát biểu bài toán





**Hình 2.** Một trường hợp mất kết nối trong mạng DĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây

Hình 2 mô tả các kịch bản hoạt động của vùng phủ tại các thời điểm khác nhau. Hình 2 (a) là trường hợp peer A kết nối và sử dụng dịch vụ trực tiếp từ super-peer  $S_j$  thông qua kết nối trực tiếp của nó đến  $S_j$ . Tiếp theo, A thông tin cho peer B và peer C về dịch vụ đã sử dụng. Sau đó, C có thể kết nối đến  $S_j$  nhờ kết nối gián tiếp qua A như trong Hình 2 (b). Nhận được yêu cầu từ C,  $S_j$  thực hiện các giao dịch tìm kiếm dịch vụ cần thiết. Thông thường,  $S_j$  sẽ lưu thông tin giao dịch vào bộ nhớ đệm để tối ưu chi phí cho các giao dịch tìm kiếm các lần kế tiếp. Nếu dịch vụ cần bởi C hiện đang có trong bộ nhớ đệm của  $S_j$ , thì  $S_j$  có thể triệu gọi phục vụ ngay cho C. Ngược lại,  $S_j$  tiến hành tìm kiếm trong cơ sở dữ liệu của nó và/hoặc khởi phát giao dịch tìm kiếm dịch vụ trên toàn đám mây.

Trong Hình 2 (c), ta giả sử rằng C một lần nữa cố gắng kết nối với  $S_j$  sử dụng thông tin giao dịch C đã thiết lập trước đó. Tuy nhiên, việc kết nối không thành công bởi A đã rời khỏi vùng phủ. Do đó, C phải tái thiết lập lại kết nối với  $S_j$  sử dụng giao thức định tuyến của vùng phủ. Thêm một lần nữa, sự vắng mặt của A dẫn tới sự vắng mặt của  $S_j$ . Kết quả là, C không thể tiếp cận và sử dụng các dịch vụ của  $S_j$  trong phạm vi vùng phủ. Ta giả thiết thêm rằng C có một kết nối gián tiếp đến một super-peer khác có tên là  $S_i$  như trong Hình 2 (d). Khi đó, thực hiện yêu cầu của C,  $S_i$  khởi tạo một tiến trình tìm kiếm dịch vụ để nhận được kết quả từ đám mây. Giả sử ở thời điểm này, dịch vụ mà C yêu cầu có sẵn trong bộ nhớ đệm của  $S_i$ . Tuy nhiên, vì  $S_i$  không biết đến dịch vụ của  $S_j$ , nó kích hoạt giao dịch tìm kiếm dịch vụ trên toàn đám mây. Trong trường hợp này, cho dù C nhận được dịch vụ theo yêu cầu thì chi phí thực hiện giao dịch (thời gian, năng lượng tiêu thụ, tài nguyên tính toán, v.v.) rõ ràng là rất lớn.

Vấn đề bùng nổ chi phí xảy ra do mất kết nối trong vùng phủ. Trên thực tiễn, đặc tính di động của các thiết bị là nguyên nhân chính gây ra mất kết nối. Khi một nút rời khỏi vùng phủ, tất cả kết nối dựa trên nút này sẽ bị mất. Ngoài ra, khi các nút di động bật chế độ tiết kiệm năng lượng cũng là nguyên nhân gây mất kết nối. Do tần suất mất kết nối lớn [12], giảm chi phí thực hiện giao dịch là bài toán cần giải quyết đối với mạng DĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây.

### 2.3. Phương pháp tiếp cận

Chúng tôi đề xuất một cơ chế để giải quyết bài toán phát biểu trong Mục 2.2. Ý tưởng của cơ chế khá đơn giản nhưng có tính khả thi rất cao. Chúng tôi giả thiết các super-peer luôn “biết” nhau, hoặc chính xác hơn là có thông tin về dịch vụ của nhau, khi chúng tham gia vào vùng phủ. Sau đó, chúng có thể làm việc hợp tác hiệu quả trong việc tìm kiếm dịch vụ khi xảy ra mất kết nối trong vùng phủ.

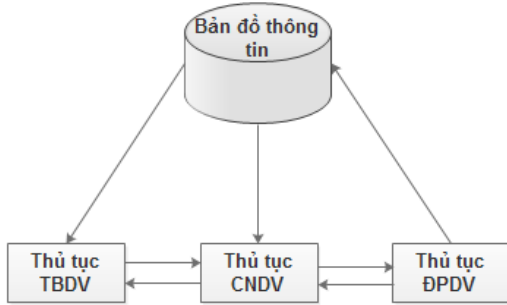
Cần nhắc lại rằng các giao dịch tìm kiếm là chức năng cơ bản của các vùng phủ của mạng ngang hàng. Thêm nữa, các giao thức định tuyến của vùng phủ thường được thiết kế sao cho việc tìm kiếm đạt hiệu quả cao nhất. Tuy nhiên, hiệu năng của định tuyến trong vùng phủ bị ảnh hưởng đáng kể bởi mối quan hệ giữa cấu hình vùng phủ và các lớp vật lý tầng dưới [15]. Khi bổ sung các dịch vụ của đám mây cho một mạng DĐTĐ, vấn đề phát sinh là giao thức định tuyến trong đám mây thường không hỗ trợ kiểu mạng có cấu hình biến đổi. Hơn nữa, do hạn chế về khả năng tính toán và thời gian hoạt động của các thiết bị di động, giao thức định tuyến trong mạng DĐTĐ phải thật tinh gọn. Vì vậy, thiết kế một giao thức định tuyến hiệu quả trong mạng DĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây là một thách thức lớn.

Một chiến lược thiết kế khả thi là giữ nguyên các giao thức định tuyến trong vùng phủ và bổ sung thêm các chức năng ở tầng trên thông qua vùng phủ [15]. Hiện nay, có rất nhiều giao thức định tuyến linh hoạt được giới thiệu trong [4-9, 11, 13]. Đồng thời còn có rất nhiều các thuật toán tìm kiếm hiệu quả được giới thiệu trong [7, 16-17]. Để tận dụng các giao thức và thuật toán hiện có, cơ chế đề xuất của chúng tôi phải có khả năng phối hợp làm việc với chúng. Cách tiếp cận này đặt ra nhiều thách thức nhưng chúng tôi sẽ đưa ra các giải pháp phù hợp trong các mục tiếp theo.

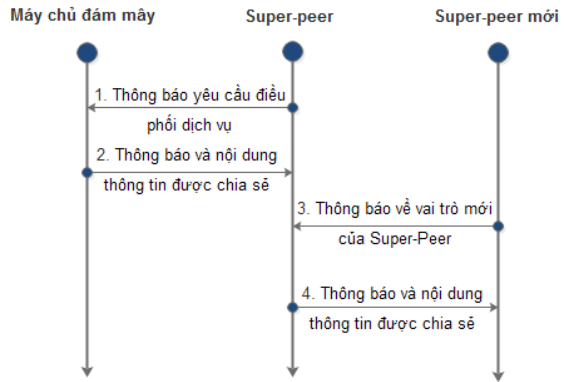
## III. CƠ CHẾ HỢP TÁC HIỆU QUẢ CHO MẠNG DĐTĐ HỖ TRỢ BỞI ĐÁM MÂY

Để giảm chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm dịch vụ cho mạng DĐTĐ hỗ trợ bởi đám mây như đã đề cập trong mục trước, chúng tôi đề xuất một cơ chế làm việc hợp tác giữa các super-peer. Cơ chế này hoạt động ở tầng ứng dụng và bao gồm ba thủ tục sau đây:

- Thủ tục *Thông báo Dịch vụ* (TBDV) được thực hiện bởi một mới super-peer để thông báo đến các super-peer khác qua vùng phủ sự thay đổi về vai trò mới của nó từ một máy chủ đám mây trở thành một super-peer.
- Thủ tục *Cập nhật Dịch vụ* (CNDV) được triệu gọi bởi một super-peer để cập nhật bản đồ thông tin về nội dung cơ sở dữ liệu mới của nó. Bản đồ thông tin chứa thông tin về dịch vụ của các máy chủ đám mây, các super-peer khác cũng như thông tin dịch vụ của chính super-peer. Thủ tục CNDV có thể được triệu gọi bởi một super-peer mới tham gia vùng phủ, hoặc bởi một super-peer nào đó tại thời điểm tùy ý.
- Thủ tục *Điều phối Dịch vụ* (ĐPDV) được sử dụng bởi một super-peer để trực tiếp yêu cầu dịch vụ từ các máy chủ đám mây khác thông qua đám mây, hoặc để chia sẻ cơ sở dữ liệu của nó với các super-peer khác.



**Hình 3 (a).** Cơ chế hợp tác giữa các super-peer



**Hình 3 (b).** Hoạt động của cơ chế hợp tác giữa các super-peer

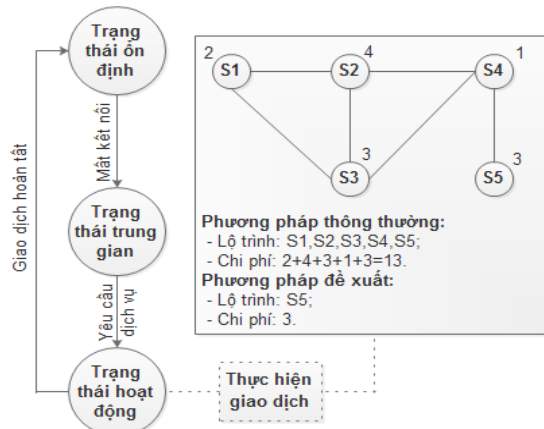
Giả sử mỗi super-peer duy trì một bản đồ thông tin, là một hình thức thu gọn của nội dung cơ sở dữ liệu về các dịch vụ của tất cả các super-peer đã từng tham gia vùng phủ. Sau đó, một super-peer bất kỳ trong vùng phủ có thể yêu cầu các dịch vụ thông qua thủ tục ĐPDV của nó đến các super-peer trước đây (đã từng là super-peer nhưng đến thời điểm hiện tại chỉ đóng vai trò là máy chủ đám mây bình thường do mất kết nối trong vùng phủ).

Khi gia nhập vùng phủ lần đầu tiên, bản đồ thông tin của super-peer mới chỉ chứa các dịch vụ của nó. Sau đó, super-peer mới gửi một thông báo bằng thủ tục TBDV để thông báo đến các super-peer khác về sự có mặt của mình. Nếu có một super-peer với bản đồ thông tin khác rỗng trong vùng phủ, nó sẽ sử dụng thủ tục ĐPDV để chia sẻ bản đồ thông tin với super-peer mới. super-peer mới sau đó sử dụng thủ tục CNDV để cập nhật bản đồ thông tin của chính nó. Sơ đồ hoạt động thể hiện các giao dịch này được đưa ra trong Hình 3 (a). Nếu bản đồ thông tin của một super-peer bị thay đổi, các thay đổi này sẽ được cập nhật đến các super-peer khác trong vùng phủ (sử dụng các thủ tục ĐPDV và CNDV) như trong Hình 3 (a). Trong mục tiếp theo, bằng cách mô phỏng cơ chế đề xuất, chúng tôi thu được những số liệu thực nghiệm cho biết chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm dịch vụ của hệ thống giảm đáng kể khi xảy ra mất kết nối.

#### IV. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

##### 4.1. Kết quả thực nghiệm

Trong phần này, chúng tôi tạo ra một mô phỏng để kiểm định tính hiệu quả của cơ chế đề xuất. Như đã thảo luận trong mục “Phát biểu bài toán”, các dịch vụ được cung cấp bởi đám mây có thể bị mất do mất kết nối. Đây là tình huống xấu nhất. Chúng tôi thiết lập một thí nghiệm để đánh giá tổng chi phí thực hiện quá trình tìm kiếm dịch vụ trên đám mây. Chúng tôi giả định rằng vùng phủ hỗ trợ chuyển tiếp các truy vấn dịch vụ từ mạng ĐĐTĐ đến đám mây. Sau đó, trong các thí nghiệm, chúng tôi chỉ cần tính toán chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm ứng với việc hệ thống sử dụng và không sử dụng cơ chế hợp tác đã đề xuất.



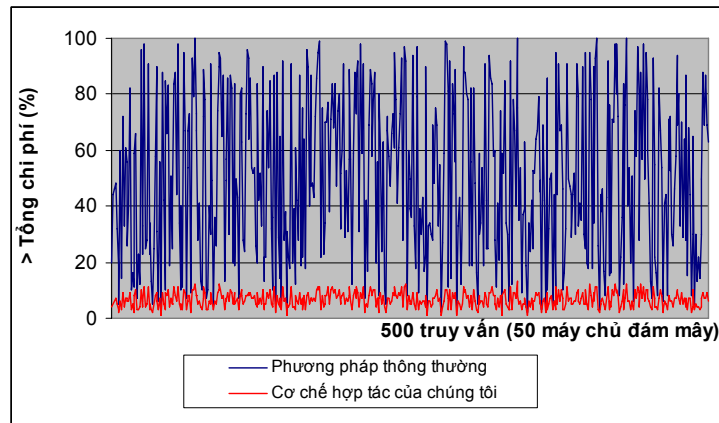
**Hình 4.** Lộ trình và chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm dịch vụ

Trước hết, chúng tôi thiết lập một mô hình tính toán chi phí phù hợp với cơ chế hợp tác đã đề xuất. Mô hình tập trung vào việc tính chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm như trong Hình 4. Chúng tôi phân biệt ba trạng thái của mạng là: *ổn định*, *trung gian* và *hoạt động*. Trạng thái ổn định có nghĩa là tất cả các nút mạng đang hoạt động trong điều kiện bình thường. Do vậy, các giao dịch tìm kiếm dịch vụ có thể được thực hiện theo cách tự nhiên không quan tâm đến vấn đề mất kết nối. Mạng chuyển sang trạng thái trung gian trong trường hợp bị mất kết nối. Từ đây, nó chuyển thành trạng thái hoạt động nếu có một peer gửi truy vấn đề yêu cầu dịch vụ từ một super-peer đã rời vùng phủ. Trong trạng thái hoạt động, khi sự mất kết nối được khắc phục, mạng trở lại trạng thái ổn định.

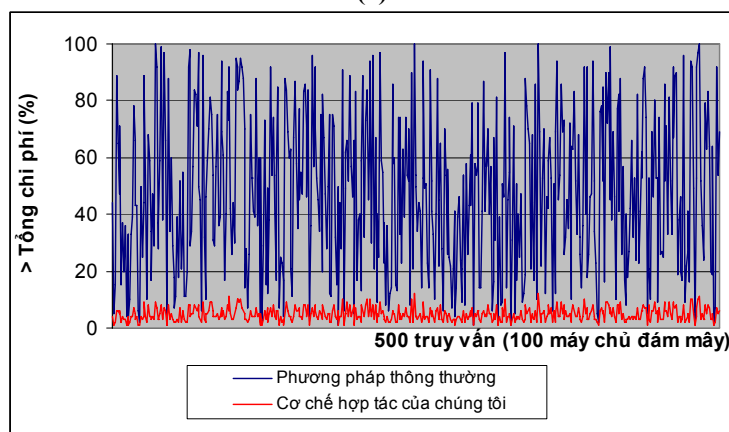
Giả thiết các máy chủ đám mây sử dụng giao thức định tuyến Internet (chẳng hạn là OSPF) để tìm đường trong đám mây. Khi đó, chi phí thực hiện giao dịch định tuyến ở cả hai trường hợp mạng sử dụng và không sử dụng cơ chế hợp tác là tương đương. Vì thế, chúng tôi không xem xét đến các chi phí của giao dịch định tuyến mà chỉ tập trung tính toán chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm.

Bây giờ, xem xét mạng trong hai trường hợp là có sử dụng và không sử dụng cơ chế hợp tác đã đề xuất, ta có thể quan sát được những khác biệt. Đối với thí nghiệm này, chúng tôi sử dụng một mạng gồm 5 máy chủ đám mây, lần lượt được đặt tên từ S1 đến S5 như trong Hình 4. Mỗi nút mạng được gán một giá trị ngẫu nhiên từ 1 đến 5 tương ứng với chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm trên nút đó. Chúng tôi giả định S1 hiện đang trong vùng phủ, S3 vừa ra khỏi vùng phủ và hiện đóng vai trò là một máy chủ đám mây. Khi đó, nếu mạng không áp dụng cơ chế hợp tác đã đề xuất, lộ trình tìm kiếm là: S1, S2, S3, S4, S5. Chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm sẽ tương ứng là 13 ( $2+4+3+1+3$ ). Nhưng nếu áp dụng cơ chế hợp tác của chúng tôi, truy vấn dịch vụ sẽ được gửi trực tiếp từ S1 đến S5, do vậy, lộ trình tìm kiếm chỉ là S5 và chi phí tương ứng là 3. Chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm giảm sâu, chỉ còn 3, là do hệ thống không mất chi phí tìm kiếm trong các máy chủ S1, S2, S3 và S4 bởi vì S1 đã biết rõ nơi có dịch vụ cần truy vấn. Rõ ràng, giải pháp của chúng tôi làm giảm chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm, từ đó làm giảm đáng kể tổng chi phí hoạt động của mạng so với phương pháp thông thường.

Chúng tôi đã thực hiện hai thí nghiệm khác nhau với quy mô lần lượt tương ứng là 50 và 100 máy chủ đám mây với cùng 100 thiết bị di động trong cả hai thí nghiệm. Giả sử rằng bất cứ khi nào mạng ở trạng thái hoạt động, các truy vấn được gửi bởi một peer luôn có thể kết nối được với một super-peer sẵn sàng phục vụ. Trong vùng phủ, việc mất kết nối và các truy vấn dịch vụ được tạo ra một cách ngẫu nhiên. Chúng tôi cũng giả định một số nguyên ngẫu nhiên trong khoảng từ 1 đến 5 để đại diện cho chi phí thực hiện tìm kiếm tại mỗi máy chủ đám mây. Xin lưu ý, việc sử dụng số nguyên thay vì một đơn vị đo lường chi tiết nhằm mục đích giúp chúng tôi minh họa rõ hơn ý tưởng của giải pháp. Sau đó, ta có thể tính toán tổng chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm theo từng truy vấn như trình bày ở trên.



(a)



(b)

**Hình 5.** So sánh chi phí khi thực hiện giao dịch tìm kiếm theo hai phương pháp

Hình 5 so sánh mức chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm khi có 500 truy vấn trong mạng tương ứng với hai trường hợp mạng có 50 và 100 máy chủ đám mây. Kết quả thực nghiệm cho thấy, giải pháp của chúng tôi như thể hiện trong Hình 5 có chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm ít hơn 9 lần mức trung bình so với phương pháp thông thường trong cả hai trường hợp, tương đương với 5% và 45,5%. Ở đây, chi phí 100% là trường hợp xấu nhất, có nghĩa rằng mạng phải thực hiện giao dịch tìm kiếm trên toàn bộ đám mây. Đạt được kết quả như trên là do cơ chế hợp tác đã đề xuất loại bỏ nhiều giao dịch tìm kiếm dư thừa.

#### 4.2. Một số vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu

Kết quả thực nghiệm đã chứng minh tính hiệu quả của cơ chế hợp tác chúng tôi đề xuất. Song, chúng tôi vẫn chưa kiểm tra hiệu năng trên toàn bộ mạng khi ứng dụng cơ chế này. Chúng tôi cũng chưa đánh giá chi phí cho quá trình thiết lập và vận hành cơ chế hợp tác cũng như việc tổ chức, lưu trữ các bản đồ thông tin. Tuy nhiên, theo quan điểm của chúng tôi, chi phí triển khai cơ chế hợp tác là một phần không đáng kể trong tổng chi phí vận hành các máy chủ đám mây. Vấn đề bảo mật các bản đồ thông tin cũng chưa được xem xét. Các super-peer có thể bị cung cấp một bản đồ thông tin giả mạo dẫn tới việc tăng chi phí quá mức cho giao dịch tìm kiếm. Những vấn đề nêu ra trong mục này sẽ là các chủ đề nghiên cứu mà chúng tôi quan tâm trong tương lai.

### V. KẾT LUẬN

Chúng tôi tập trung nghiên cứu, đề xuất một cơ chế hợp tác hiệu quả để cải thiện chi phí (thời gian, năng lượng tiêu thụ, tài nguyên tính toán, v.v.) cho mạng di động tùy biến hỗ trợ bởi đám mây. Cơ chế hợp tác của chúng tôi hoạt động ở tầng ứng dụng, giữa các máy chủ đám mây khi chúng tham gia vào mạng di động tùy biến. Cơ chế này có tính khả thi cao và rất hiệu quả trong việc giảm số lượng các giao dịch tìm kiếm trong các máy chủ đám mây. Các số liệu thu được từ thực nghiệm đã chứng minh giải pháp của chúng tôi làm giảm chi phí thực hiện giao dịch tìm kiếm đáng kể so với phương pháp thông thường. Chúng tôi rất hy vọng rằng, với tính đơn giản nhưng khả thi cao, giải pháp của chúng tôi đưa ra trong bài báo này sẽ được ứng dụng mạnh mẽ trong thực tiễn.

### VI. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Federico Boccardi, et al., "Five Disruptive Technology Directions for 5G", IEEE Communications Magazine, pp.74-80, 2014.
- [2] Francesco Malandrino, Claudio Casetti, and Carla-Fabiana Chiasserini, "5G Networks: Towards D2D-Enhanced Heterogeneous Networks", IEEE Communications Magazine, pp.94-100, 2014.
- [3] Radwa Attia, Rawya Rizk, Hesham Arafat Ali, "A Survey based study: Internet Connectivity for Mobile Adhoc Network", Wireless Networks Journal, pp.221-239, 2015.
- [4] Cung Trọng Cường, Nguyễn Thúc Hải, Võ Thanh Tú, "Một thuật toán cải tiến sử dụng tác tử di động nâng cao hiệu quả giao thức định tuyến AODV", Tạp chí Công nghệ Thông tin & Truyền thông, Chuyên san số 31, 51-58, 2014.
- [5] Lương Thái Ngọc, Võ Thanh Tú, "Đề xuất giao thức AODVSC2 nhằm chống tấn công lỗ đen trên mạng MANET", Kỷ yếu Hội thảo quốc gia về Công nghệ thông tin và truyền thông lần thứ XVII - FAIR, 56-61, 2014.
- [6] Nguyen Duy Tan, Nguyen Dinh Viet, "DFTBC: Data Fusion and Tree-Based Clustering Routing Protocol for Energy-Efficient in Wireless Sensor Networks", KSE 2014, pp.61-77, 2014.
- [7] Nguyen Dinh Han, Younghwa Chung, Minho Jo, "Green Data Centers for Cloud-Assisted Mobile Ad-Hoc Network in 5G", IEEE Network, pp.70-76, 2015.
- [8] Murthy, Hedge, Sen, "Design of a Delay-Based Routing Protocol for Multi-Rate Multi-Hop Mobile Ad Hoc Networks", ICC '09. IEEE International Conference, 2009.
- [9] Jihen Drira Rekik, Leila Baccouche, Henda Ben Ghezala, "An Energy and Delay-Aware Routing Protocol for Mobile Ad-Hoc Networks", 2011, Communications in Computer and Information Science.
- [10] F. Liu et al., "Gearing Resource-Poor Mobile Devices with Powerful Clouds: Architectures, Challenges, and Applications," IEEE Wireless Commun., vol. 20, no. 3, pp.14-22, 2013.
- [11] Shelly Salim and Sangman Moh, "Review: On-Demand Routing Protocols for Cognitive Radio Adhoc Networks", Wireless Communications and Networking, pp.1-10, 2013.
- [12] Ian F. Akyildiz, Won-Yeol Lee, Kaushik R. Chowdhury, "CRAHNs: Cognitive radio Ad Hoc Networks ", Ad Hoc Networks, pp.810-836, 2009.
- [13] Jihen Drira Rekik, Leila Baccouche, Henda Ben Ghezala, "An Energy and Delay-Aware Routing Protocol for Mobile Ad-Hoc Networks", Communications in Computer and Information Science, Volume 162, pp.123-134, 2011.

- [14] D. Mau, Min Chen, Y. Li, V. Leung, "Mobile Data Offloading: A Named Data Networking Approach", IEEE LANMAN 2015, China, pp.22-24, 2015.
- [15] J. F. Buford, H. Yu, and E. K. Lua, "P2P Networking and Applications", Morgan Kaufmann Publishers, 2009.

## **AN EFFICIENT COOPERATIVE MECHANISM FOR CLOUD-ASSISTED MOBILE AD HOC NETWORKS**

**Vu Khanh Quy, Nguyen Dinh Han**

***ABSTRACT** – Cloud-assisted Mobile Ad Hoc Networks are expected to be so popular in future Internet. The simplicity and effectiveness of MANETs coupled with the powerful technologies of cloud allows provision of realistic services and rich multimedia applications. However, leveraging cloud computing in mobile ad hoc networks brings some challenges. In this paper, we consider solutions to reduce cost consumed by searching transactions in Cloud-assisted Mobile Ad Hoc Networks due to link loss. None of the existing normal methods have solved the problem. We give an effective solution for the problem that helps to reduce nine times more cost than normal methods.*