

Đề xuất công nghệ và mô hình quản lý điện toán đám mây di động phục vụ chương trình chuyển đổi số của Chính phủ Việt Nam

Phạm Hải Sơn^{1*}, Lê Hoàng Sơn², Hoàng Thế Anh³

¹Trung tâm Công nghệ Thông tin, Bộ Khoa học và Công nghệ, 113 Trần Duy Hưng, phường Trung Hòa, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

²Viện Công nghệ Thông tin, Đại học Quốc gia Hà Nội, 144 Xuân Thủy, phường Dịch Vọng Hậu, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

³Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Kinh doanh và Công nghệ Hà Nội, 29A, ngõ 124, phố Vĩnh Tuy, phường Vĩnh Tuy, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 17/3/2023; ngày chuyển phản biện 20/3/2023; ngày nhận phản biện 11/4/2023; ngày chấp nhận đăng 14/4/2023

Tóm tắt:

Điện toán đám mây là một nền tảng số để phát triển các ứng dụng di động phục vụ chương trình chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025 định hướng đến năm 2030. Hiện có nhiều giải pháp để xây dựng nền tảng điện toán đám mây, nhưng các giải pháp đó làm tiêu tốn tài nguyên phần cứng, độ trễ truyền thông cao và thiếu tính di động, từ đó làm gia tăng chi phí đầu tư. Để giảm thiểu những hạn chế của các giải pháp nêu trên, nghiên cứu này đề xuất một mô hình điện toán đám mây di động (Mobile cloud computing - MCC) nhằm tới việc cung cấp các dịch vụ chỉ dành riêng cho thiết bị di động, tăng cường khả năng tính toán của thiết bị di động, giảm thiểu tình trạng thiếu tài nguyên và thực hiện hiệu quả cho những ứng dụng di động tiêu tốn tài nguyên. Để thực hiện việc đó, giải pháp đưa ra trong nghiên cứu này là cho phép sử dụng vô số thiết bị di động giàu tài nguyên gần nhất có thể cung cấp dịch vụ điện toán cho người dùng di động ở vùng lân cận. Việc tận dụng các tài nguyên nhân rồi để phục vụ các ứng dụng di động tiêu tốn tài nguyên giúp Chính phủ giảm thiểu đầu tư phần cứng cho xây dựng nền tảng điện toán đám mây. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đề xuất mô hình quản lý các ứng dụng di động thông qua Kho ứng dụng do Chính phủ Việt Nam làm chủ và quản lý. Từ đó, Chính phủ sẽ kiểm soát được các ứng dụng và không để tình trạng các ứng dụng dịch vụ công di động phát triển một cách tự phát, gây khó khăn và làm mất niềm tin cho người sử dụng.

Từ khóa: chuyển đổi số, điện toán đám mây di động, ứng dụng di động.

Chỉ số phân loại: 2.2

1. Đặt vấn đề

Chương trình chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng năm 2030 đã đưa ra một số giải pháp tạo nền móng chuyển đổi số, một trong số đó là thúc đẩy phát triển các dịch vụ số trong nền kinh tế, cung cấp dịch vụ công trực tuyến mức độ 4 trên thiết bị di động thông minh để người dân và doanh nghiệp có trải nghiệm tốt nhất về dịch vụ, nhanh chóng, chính xác, không giấy tờ, giảm chi phí, cải thiện chỉ số xếp hạng quốc gia về chính phủ điện tử [1].

Để phát triển hạ tầng số, Chính phủ đặt ra các nhiệm vụ cần phải thực hiện như: quy hoạch lại băng tần, phát triển hạ tầng và thương mại hoá mạng di động 5G. Triển khai các giải pháp để phổ cập điện thoại thông minh tại Việt Nam, xây dựng quy định, lộ trình yêu cầu tích hợp công nghệ 4G, 5G đối với các sản phẩm điện thoại di động. Xây dựng các nền tảng số, trong đó yêu cầu “Xây dựng và làm chủ công nghệ điện toán đám mây (cloud computing) với các mô hình triển khai (đám mây công cộng, đám mây riêng, đám mây lai) và các loại hình dịch vụ cung cấp trên đám mây khác nhau để phục vụ nhu cầu chuyển đổi số của các cơ quan nhà nước và xã hội”.

Với những chủ chương và định hướng của Chương trình chuyển đổi số nêu trên thì trong tương lai gần sẽ có rất nhiều ứng dụng di động được Chính phủ sử dụng để cung cấp dịch vụ công di động tới người dân và doanh nghiệp. Nền tảng để triển khai và phát triển các ứng dụng di động đó sẽ là MCC.

MCC đang nổi lên là một công nghệ mới cho việc lưu trữ và cung cấp hạ tầng ứng dụng công nghệ thông tin. MCC đã và đang được rất nhiều tập đoàn công nghệ trên thế giới sử dụng như là Google AppEngine, Amazon EC2 và Microsoft Azure... Với nhu cầu phát triển ngày càng nhiều ứng dụng di động như ngày nay thì bài toán tìm kiếm khả năng cung cấp nguồn tài nguyên cho các ứng dụng đó để đáp ứng trải nghiệm của người dùng tốt hơn luôn được ưu tiên đặt ra. Hiện các ứng dụng di động của Chính phủ chủ yếu được thực hiện trên nền điện toán đám mây. Ví dụ VSSID app là ứng dụng di động do cơ quan Bảo hiểm Xã hội Việt Nam phát triển để cung cấp dịch vụ bảo hiểm xã hội cho người dân. Ứng dụng di động này được tích hợp vào cơ sở dữ liệu quốc gia về dân cư của Việt Nam. Epoint EVN app là ứng dụng di động của Tập đoàn Điện lực Việt Nam cho phép người dân kiểm tra lượng điện tiêu thụ hàng tháng và thực hiện thanh toán tiền điện trên đó. Bên cạnh đó, một số ứng dụng di động dành cho ngân hàng, ví điện tử, thanh toán điện tử cũng đã được người dân sử dụng

*Tác giả liên hệ: Email: haisonhubt@gmail.com

Propose technology and management model of mobile cloud computing for the Vietnam national digital transformation program

Hai Son Pham^{1*}, Hoang Son Le², The Anh Hoang³

¹Information Technology Center, Ministry of Science and Technology,

113 Tran Duy Hung, Trung Hoa Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

²Information Technology Institute, Vietnam National University, Hanoi,

144 Xuan Thuy Street, Dich Vong Hau Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

³Faculty of Information Technology, Hanoi University of Business and Technology, 29A, Lane 124, Vinh Tuy Street, Vinh Tuy Ward, Hai Ba Trung District, Hanoi, Vietnam

Received 17 March 2023; revised 11 April 2023; accepted 14 April 2023

Abstract:

Cloud computing is considered a digital platform to develop mobile applications for the National Digital Transformation Program 2025 with a vision to 2030. There are many solutions to build a cloud computing platform, but those solutions consume hardware resources, high communication latency and lack of mobility, thus increasing the cost of investment in building a cloud computing platform. To address the disadvantages of the above solutions, this study proposes a mobile cloud computing model aimed at providing services that only implement on mobile devices, enhancing the calculation capacity on mobile devices, minimising resource shortages and performing efficiently for resource-intensive mobile applications. To do that, the solution proposed in this study is to enable the use of the nearest resource-rich mobile devices that can provide computing services to mobile users in the vicinity. Utilising leisure resources to serve resource-intensive mobile applications helps the government to reduce hardware investment for building cloud computing platforms. In addition, this study also proposes a management model for mobile applications through the App Store that is owned and managed by the Vietnamese government. From there, the government will monitor mobile applications and not let them develop spontaneously, causing difficulties and loss of trust for users.

Keywords: digital transformation, mobile application, mobile cloud computing.

Classification number: 2.2

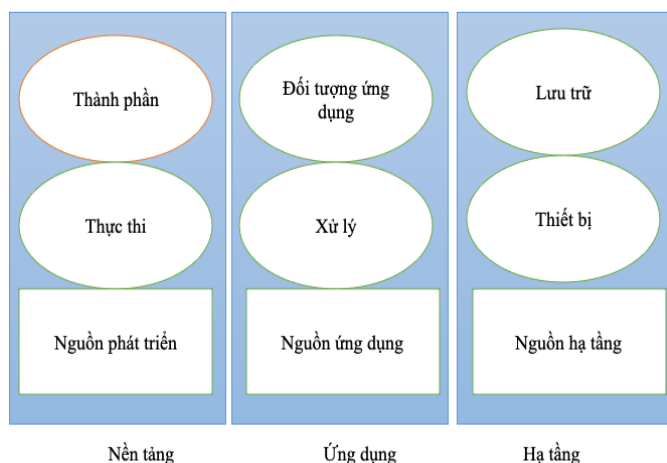
rộng rãi. Đặc biệt, trong thời kỳ COVID-19, các ứng dụng di động như PC-COVID, VNeID nhanh chóng được ứng dụng để kiểm soát, theo dõi sự di chuyển của người dân.

Thị trường Việt Nam hiện có hơn 40 doanh nghiệp cung cấp các dịch vụ điện toán đám mây (cloud computing) của các nhà cung cấp như Amazon Web Service (AWS) và sự tham gia của các tập đoàn công nghệ hàng đầu Việt Nam như FPT, VNPT, Viettel, CMC... [2]. Trong đó có 5 nền tảng điện toán đám mây make in Việt Nam đủ tiêu chuẩn phục vụ chính phủ điện tử, đó là VNPT cloud, Viettel cloud, CMC, VNG cloud và BizFly cloud [3]. Đây là những dấu hiệu đáng mừng trong việc xây dựng hạ tầng số phục vụ chuyển đổi số. Tuy nhiên, hiện tại tất cả các ứng dụng di động của các cơ quan Chính phủ đều được đưa lên Kho lưu trữ ứng dụng di động của nước ngoài như App store cho hệ điều hành IOS, Google play cho hệ điều hành Android. Những kho lưu trữ ứng dụng này không do Chính phủ Việt Nam quản lý. Trong bối cảnh có một vài ứng dụng dịch vụ công di động được tạo ra và đưa lên những kho lưu trữ đó thì không phải vấn đề lớn cần quan tâm của Chính phủ. Nhưng khi có hàng trăm, hàng nghìn ứng dụng dịch vụ công di động được tự phát tạo ra thì Chính phủ sẽ mất kiểm soát, không còn quản lý được những ứng dụng này, đồng thời người dân và doanh nghiệp sẽ mất nhiều thời gian và sự tin tưởng để tìm và sử dụng chúng. Điều này yêu cầu Chính phủ cần phải làm chủ công nghệ MCC, đồng thời phải quy hoạch quản lý các ứng dụng di động hoạt động trên nền tảng điện toán đám mây do bằng cách tạo ra Kho lưu trữ ứng dụng riêng (make in Việt Nam) để tránh sự phụ thuộc quản lý vào các kho lưu trữ hiện có của nước ngoài. Năm bắt được nhu cầu đó, nghiên cứu này sẽ tiên phong đề xuất mô hình quản lý các ứng dụng dịch vụ công di động cho Chính phủ Việt Nam để phục vụ chuyển đổi số quốc gia.

2. MCC

MCC được định nghĩa là phần mở rộng của điện toán đám mây với cơ sở hạ tầng đặc biệt dựa trên thiết bị di động [4]. Có thể hiểu MCC là sự kết hợp giữa điện toán di động (MC), điện toán đám mây (CC) và mạng không dây nhằm mang lại nguồn tài nguyên tính toán phong phú cho người dùng di động, nhà khai thác mạng cũng như nhà cung cấp điện toán đám mây (hình 1). Một cách toàn diện hơn, MCC có thể được định nghĩa là một công nghệ điện toán di động phong phú, tận dụng các tài nguyên đàn hồi thống nhất của đám mây và công nghệ mạng hướng tới chức năng, lưu trữ và tính di động không hạn chế để phục vụ nhiều thiết bị di động ở mọi nơi, mọi lúc thông qua kênh ethernet hoặc internet bất kể môi trường và nền tảng không đồng nhất.

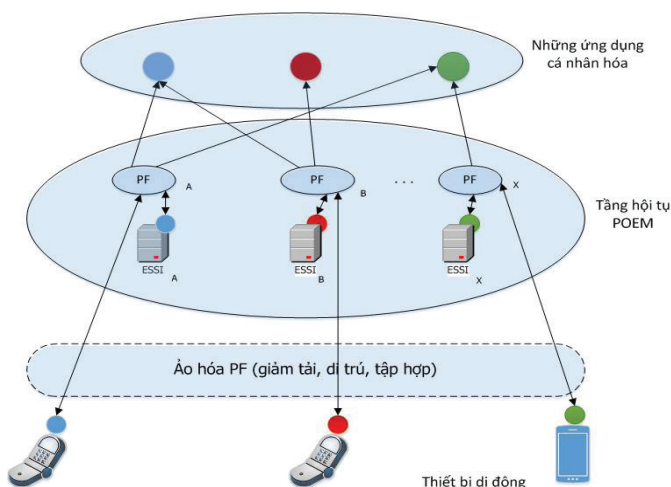
Điện toán đám mây di động là mô hình truy cập mạng thuận tiện và theo yêu cầu để chia sẻ nguồn tài nguyên máy tính đã được cấu hình (ví dụ: mạng, máy chủ, lưu trữ, ứng dụng và dịch vụ) mà có thể được cung cấp và đưa vào sử dụng nhanh chóng với nỗ lực quản lý tối thiểu hoặc thông qua các dịch vụ của nhà cung cấp [5].



Hình 1. Các thành phần của MCC.

Hình 1 miêu tả các thành phần kiến trúc ở mức cao của điện toán đám mây di động theo quan điểm của kiến trúc chính phủ điện tử. Các thành phần kiến trúc thể hiện ở hình 1 được chia thành hai loại: “Dịch vụ cơ bản” biểu diễn bằng hình bầu dục và “Nguồn lực cơ bản” biểu diễn bằng hình chữ nhật. Trong khi các thành phần “Dịch vụ cơ bản” được sử dụng bởi “Khách hàng thuê điện toán đám mây” thì các thành phần “Nguồn lực cơ bản” lại hỗ trợ các thành phần “Dịch vụ cơ bản” [6]. Hai thành phần này được tổ chức dưới 3 thành phần chính tạo nên điện toán đám mây, đó là: dịch vụ ứng dụng (SaaS), dịch vụ nền tảng (PaaS) và dịch vụ hạ tầng (IaaS). Trong đó, SaaS là nơi cung cấp các phần mềm dịch vụ, PaaS cung cấp nền tảng dịch vụ và IaaS là cơ sở hạ tầng của dịch vụ điện toán đám mây. Rất nhiều ứng dụng di động hoạt động dựa trên SaaS của điện toán đám mây. Các định dạng khác của điện toán đám mây là PaaS và IaaS, mỗi định dạng này đều có kiến trúc và ảnh hưởng trực tiếp đến kiến trúc chính phủ điện tử của một tổ chức [6].

3. Đề xuất công nghệ MCC



Hình 2. Môi trường thực thi MCC theo nhu cầu cá nhân.

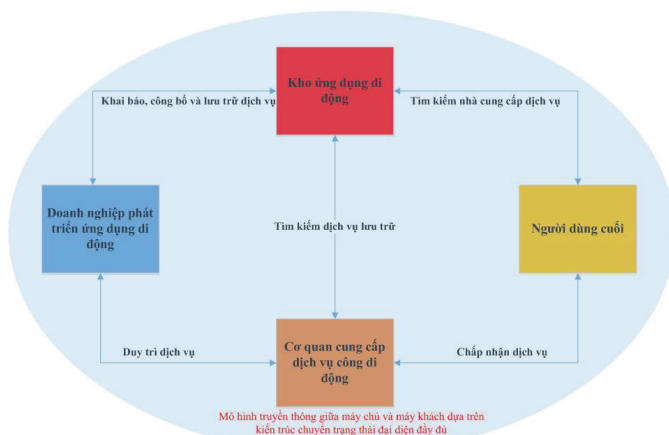
Công nghệ thực thi ứng dụng đám mây di động được đề xuất ở đây là công nghệ “Môi trường thực thi MCC theo nhu cầu cá nhân (Personal on-demand execution environment for mobile cloud computing - POEM) như ở hình 2. Do công nghệ đám mây di động hiện nay vẫn có chi phí cao nên công nghệ POEM này có thể giúp Chính phủ Việt Nam giảm thiểu chi phí khi đầu tư xây dựng hệ thống MCC cho Chính phủ.

POEM kết hợp đồng thời cả tính năng giảm tải chức năng cung cấp (Provisioning function - PF) và thành phần chức năng cung cấp. POEM coi mỗi thiết bị di động đều có vai trò cung cấp PF. Ngoài ra, POEM được thiết kế dựa trên khung đám mây di động, trong đó một máy ảo (Virtual machine - VM) chuyên dụng được gán cho từng thiết bị di động cung cấp hỗ trợ điện toán và lưu trữ. Do đó, PF có thể được giảm tải/di chuyển từ thiết bị di động sang máy ảo được chỉ định của nó. Máy ảo không chỉ có thể chạy các chức năng cung cấp của thiết bị di động mà còn có thể chạy các chức năng cung cấp mở rộng mà các thiết bị di động có thể không có khả năng thực thi. Do đó, nghiên cứu gọi máy ảo trong khung POEM là ảnh bán bóng mở rộng (Extended semi-shadow image - ESSI) [7]. Ngoài việc giảm tải PF sang ESSI, thiết bị di động cũng có thể giảm tải PF cho thiết bị di động của người dùng, điều này làm cho việc tính toán gần với dữ liệu nguồn và giảm chi phí liên lạc trong một số trường hợp. Do đó, cả thiết bị di động và ESSI đều có thể đóng vai trò thay thế cho nhau. POEM coi cả thiết bị di động và ESSI chuyên dụng của chúng là nơi cung cấp PF. Với kết quả đó, các ứng dụng của người dùng di động có thể được cung cấp bởi PF từ các PF cục bộ (có thể được giảm tải/di chuyển sang ESSI chuyên dụng của nó) và/hoặc PF từ xa (có thể chạy trên các thiết bị di động từ xa hoặc ESSI chuyên dụng của chúng). Thành phần PF giúp dễ dàng triển khai được ứng dụng cá nhân hóa bằng cách kết hợp PF đã được mô đun hóa. Việc giảm tải PF giữ vị trí dữ liệu và di chuyển tính toán, trong khi thành phần PF giữ vị trí tính toán và di chuyển dữ liệu.

4. Đề xuất mô hình quản lý MCC

Mô hình quản lý đề xuất trong nghiên cứu này dựa trên kiến trúc hướng tài nguyên (Resource-oriented architecture - ROA) có khả năng tăng cường các thiết bị di động hạn chế về tài nguyên để thực thi ứng dụng di động sử dụng nhiều tài nguyên (Resource-intensive mobile application - RMA) hiệu quả trong MCC. ROA là triết lý thiết kế ứng dụng hướng dịch vụ (Service-oriented architecture - SOA) [7] dựa trên kiểu kiến trúc chuyển trạng thái đại diện đầy đủ (Representational state transfer - RESTful) [8].

Mô hình MCC đề xuất bao gồm 4 đơn vị tham gia, đó là doanh nghiệp phát triển ứng dụng di động, cơ quan kiểm tra và lưu trữ ứng dụng di động (tạm gọi là kho ứng dụng - VietAppStore), cơ quan cung cấp dịch vụ công di động (MSP) và người sử dụng dịch vụ di động (MSC), tạm gọi là người dùng cuối. Quá trình vận hành được mô tả ngắn gọn trong hình 3 như sau:



Hình 3. Mô hình hoạt động, cộng tác giữa các bên tham gia.

Ban đầu, doanh nghiệp phát triển ứng dụng di động bắt đầu một tác vụ và đăng ký, lưu trữ, xuất bản (các) dịch vụ sẵn sàng liên kết của nó tới kho ứng dụng, đơn vị này đóng vai trò khám phá mô tả phổ quát và tính toàn vẹn (UDDI) cho các dịch vụ web. Trong thời gian chờ đợi, người dùng cuối tương tác với kho ứng dụng để tìm hiểu danh sách các ứng dụng di động khả dụng có thể đã được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu của kho ứng dụng và tiến hành tải về thiết bị di động của họ; sau khi tìm thấy, người dùng cuối lấy mã dịch vụ và đăng ký với kho ứng dụng làm nhà cung cấp dịch vụ di động tiềm năng để lưu trữ dịch vụ sẽ thực hiện trong tương lai.

Các doanh nghiệp phát triển ứng dụng di động sử dụng các dịch vụ đã đăng ký để xây dựng các ứng dụng di động mà người dùng cuối có thể tải về để thực thi trên thiết bị di động của họ. Trong quá trình thực hiện, người dùng cuối liên hệ với kho ứng dụng để xác định một cơ quan cung cấp dịch vụ công di động thích hợp có thể cung cấp các dịch vụ được yêu cầu. Sau khi tìm được cơ quan cung cấp dịch vụ công di động thành công, người dùng cuối có thể liên kết với dịch vụ của cơ quan cung cấp dịch vụ công di động và sử dụng (các) dịch vụ có sẵn dựa trên điện toán đám mây (có thể trả phí hoặc không trả phí tùy thuộc vào mô hình cung cấp dịch vụ). Để đảm bảo độ chính xác và độ bền của dịch vụ, doanh nghiệp phát triển dịch vụ có kênh hỗ trợ trực tiếp với cơ quan cung cấp dịch vụ di động để duy trì và cập nhật (các) dịch vụ khi được yêu cầu.

Trong mô hình ứng dụng này, nghiên cứu cũng đề xuất việc phân chia trách nhiệm để tăng cường việc áp dụng mô hình này trong thực tế. Trong các hệ thống ROA truyền thống, các cơ quan cung cấp dịch vụ công di động có hai trách nhiệm, đó là phát triển dịch vụ bên cạnh việc lưu trữ và thực thi dịch vụ. Doanh nghiệp phát triển ứng dụng triển khai hoặc mua dịch vụ triển khai, cung cấp mô tả của nó và cung cấp bảo trì kỹ thuật, lưu trữ dịch vụ và tự thực thi dịch vụ. Tuy nhiên, để nâng cao khả năng áp dụng, tính khả thi và độ phức tạp của mô hình, nghiên cứu đã tách biệt các trách nhiệm bằng cách thay thế “nhà cung cấp dịch vụ” bằng hai thực thể độc lập là doanh nghiệp phát triển ứng dụng và cơ quan cung cấp dịch vụ công di động. Trong đó, doanh nghiệp

phát triển ứng dụng chịu trách nhiệm xây dựng, mô tả và duy trì dịch vụ, trong khi cơ quan cung cấp dịch vụ công di động lưu trữ và thực thi dịch vụ. Vai trò của các bên tham gia vào mô hình sẽ được giải thích chi tiết hơn như sau:

Doanh nghiệp phát triển ứng dụng là một doanh nghiệp phần mềm chịu trách nhiệm thiết kế và phát triển dịch vụ tiện ích chi tiết cụ thể để lưu trữ trên rất nhiều thiết bị di động không đồng nhất, bao gồm điện thoại thông minh, máy tính bảng và máy tính xách tay để cung cấp hoạt động cho các cơ quan công cung cấp dịch vụ di động. Các doanh nghiệp phát triển ứng dụng có thể công khai dịch vụ của họ để người dùng cuối sử dụng dịch vụ. Độ phức tạp của dịch vụ có thể là việc thay đổi từ một chức năng toán học nhỏ thành một nhiệm vụ phức tạp và cũng như sự kết hợp của một số dịch vụ nhỏ có thể dẫn đến các dịch vụ phức tạp. Tuy nhiên, các dịch vụ phải là các khối xây dựng gọn nhẹ có thể thực thi được trên các thiết bị di động hiện đại với ít điểm trống nhất có thể. Do đó, các dịch vụ sử dụng nhiều tài nguyên được yêu cầu phải được phát triển bằng cách sử dụng kết hợp các dịch vụ phụ chi tiết để tránh việc di chuyển và giảm tải mã thời gian chạy. Tuy nhiên, việc yêu cầu vượt quá ngưỡng là một yếu tố quan trọng trong việc xác định mức độ chi tiết của dịch vụ vì việc gọi các dịch vụ quá chi tiết sẽ tạo ra các chi phí xử lý và truyền thông có thể kéo dài thời gian thực hiện tổng thể dẫn đến tiêu hao tài nguyên của người dùng dịch vụ.

Để đáp ứng các dịch vụ sử dụng nhiều tài nguyên mà quá trình thực thi của chúng cần tài nguyên của máy tính lớn, tài nguyên đám mây được cung cấp trong quá trình thiết kế và phát triển mô hình này. Các dịch vụ chuyên sâu không thể thực thi được trên điện thoại thông minh gần đó sẽ được lưu trữ và gửi đến các nhà cung cấp đám mây di động mà người dùng phải trả tiền khi họ sử dụng dựa trên thỏa thuận mức độ sử dụng dịch vụ.

Doanh nghiệp phát triển ứng dụng đàm phán với kho ứng dụng để mô tả và cung ứng các dịch vụ của mình. Trong quá trình đàm phán, các số liệu như danh tiếng của doanh nghiệp phát triển ứng dụng, mức độ hữu ích của dịch vụ và chi phí được kho ứng dụng đánh giá để chấp nhận đăng ký dịch vụ. Sau khi hai bên thống nhất, dịch vụ được đăng ký trên kho ứng dụng. Để đáp ứng tính chất gọn nhẹ của mô hình ứng dụng và để giảm thiểu chi phí hoạt động của các dịch vụ phù hợp, phương pháp phân cụm được triển khai trong thiết kế và triển khai các bảng và cơ sở dữ liệu. Mỗi bảng trong cơ sở dữ liệu được nhóm lại dựa trên các loại dịch vụ cụ thể, chẳng hạn như toán học, đại số, hình học và xử lý hình ảnh. Vì vậy, tại thời điểm đăng ký dịch vụ mới vào hệ thống, loại dịch vụ phù hợp được chọn để phân cụm hiệu quả và chính xác.

Theo sự phân chia trách nhiệm được triển khai trong thiết kế và phát triển mô hình này, các cơ quan cung cấp dịch vụ công di động đóng vai trò lưu trữ và thực hiện các dịch vụ đã được phát triển theo yêu cầu. Cơ quan cung cấp dịch vụ công di động có thể liên hệ với kho ứng dụng để xác định các dịch vụ phù hợp được thực thi trên thiết bị di động mà họ cung cấp. Khi kết thúc, mã dịch vụ được cài đặt trong thiết bị cơ quan cung cấp dịch vụ công di động cho các yêu cầu thực hiện trong tương lai.

5. Kết luận

Trong bối cảnh Chính phủ đang tiếp cận để tạo ra nhiều sản phẩm điện toán đám mây make in Việt Nam nhằm phục vụ phát triển chuyển đổi số thì việc đề xuất các công nghệ và mô hình quản lý để Chính phủ tham khảo là nhiệm vụ cần thiết và quan trọng trong thời điểm này. Nghiên cứu đã đề xuất công nghệ sử dụng theo nhu cầu cá nhân trong thực thi xây dựng điện toán đám mây giúp Chính phủ giảm thiểu việc đầu tư lớn vào các máy ảo, đồng thời công nghệ này còn giúp cho Chính phủ giải quyết những vấn đề sau:

- Giảm tải, di chuyển, kết hợp ứng dụng linh hoạt và được cá nhân hóa: Công nghệ này duy trì tài nguyên đám mây di động có sẵn và cho phép người dùng chọn ứng dụng đám mây di động bằng cách sử dụng các phương pháp khác nhau (giảm tải, di chuyển và kết hợp) dựa trên tài nguyên hệ thống có sẵn và các yêu cầu ứng dụng được cá nhân hóa.

- MCC xã hội: Giải pháp này cho phép ứng dụng đám mây di động tận dụng sức mạnh của mạng xã hội, nghĩa là ngoài các PF được phát hiện thông qua hệ thống đám mây di động, người dùng di động có thể thiết lập các ứng dụng đám mây di động thông qua các kết nối xã hội đáng tin cậy của họ. Theo cách này, các ứng dụng POEM không chỉ có thể sử dụng tài nguyên trên đám mây bằng cách giảm tải các thành phần sử dụng nhiều tài nguyên cho ESSI mà còn có thể sử dụng các dịch vụ được cung cấp từ các kết nối xã hội của chúng.

- Theo yêu cầu và khả năng thích ứng: Giám sát khả năng kết nối của thiết bị di động thông qua mô hình dịch vụ XMPP và cung cấp thông tin về tính khả dụng của PF theo thời gian thực và hồ sơ lịch sử của thiết bị di động. Đối với các PF không phụ thuộc vào phần cứng, ESSI chuyên dụng có thể đại diện cho thiết bị di động được liên kết của nó, cung cấp môi trường chạy ứng dụng linh hoạt và nhanh nhẹn cho các ứng dụng.

- Giảm xâm nhập mã: Công nghệ này không hạn chế cấu trúc ứng dụng, không yêu cầu bản hướng dẫn chi tiết của lập trình viên trong giai đoạn tập hợp ứng dụng. Các ứng dụng POEM có tính linh hoạt và khả năng tái sử dụng mã theo mô đun hóa.

Ngoài ra, để tránh tình trạng các ứng dụng dịch vụ công di động được tạo ra một cách tự phát, nghiên cứu cũng đã đề xuất mô hình quản lý tránh phụ thuộc vào các kho ứng dụng di động ở nước ngoài, với mô hình quản lý này hạ tầng MCC của Chính phủ có thể đảm bảo:

- Tính di động: Thiết kế khung dựa trên triết lý thiết kế ROA cung cấp tính di động của các ứng dụng cho các nền tảng khác nhau với ít cấu hình và sửa đổi nhất.

- Khớp nối mềm dẻo: Thiết kế khung dựa trên ROA cho phép ghép nối mềm dẻo khung và các ứng dụng được xây dựng dựa trên khung. Việc ghép nối mềm dẻo các ứng dụng góp phần tạo nên các đặc tính nhẹ của khung bằng cách loại bỏ chỉ phí phân vùng của các ứng dụng được ghép nối chặt chẽ.

- Tính không trạng thái: Tính không trạng thái trong SOA giảm thiểu mức tiêu thụ tài nguyên của các ứng dụng dựa trên SOA trong trường hợp không cần lưu trữ trạng thái dịch vụ. Tính không trạng thái dẫn đến bảo tồn tài nguyên di động gốc là rất quan trọng trong các ứng dụng di động chuyên sâu về điện toán do các ứng dụng đó thường bị thiếu tài nguyên của thiết bị di động.

- Quyền tự chủ: Các ứng dụng được xây dựng dựa trên ROA mang lại mức độ kiểm soát cao đối với môi trường đang chạy, từ đó kéo theo khả năng dự đoán hành vi trong thời gian chạy được cải thiện, điều này rất quan trọng trong MCC. Một ứng dụng dựa trên dịch vụ càng có nhiều quyền kiểm soát đối với môi trường thời gian chạy cơ bản của nó thì hành vi cho thời gian chạy của nó càng dễ dự đoán hơn [9]. Khả năng dự đoán của các ứng dụng là cần thiết trong việc quyết định có nên giảm tải việc thực thi một dịch vụ/chức năng từ thiết bị di động sang các tài nguyên từ xa hay không. Trường hợp không thể đoán trước sẽ dẫn đến việc đưa ra quyết định giảm tải không chính xác, gây ra việc thực thi RMA không hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Prime Minister (2020), *Decision No. 749/QĐ-TTg dated June 3, 2020 on Approving The National Digital Transformation Program to 2025, with Orientation to Year 2030* (in Vietnamese).
- [2] H. Vinh (2022), *Vietnam's Cloud Computing Market Will Reach 2.3 Billion USD by 2025*, <https://vneconomy.vn/thi-truong-dien-toan-dam-may-viet-nam-se-dat23tyusdvao2025.htm#:~:text=Th%E1%BB%8B%20tr%C6%B0%E1%BB%9Dng%20Vi%E1%BB%87t%20Ma%20hi%E1%BB%87n,%2C%20VNPT%2C%20Viettel%2C%20CMC%E2%80%A6>, accessed 1 March, 2023 (in Vietnamese).
- [3] B. Ngoc (2020), *5 Cloud Computing Platforms Make in Vietnam Qualified to Serve E-government*, <https://KhoaHocPhatTrien.vn/tin-tuc/5-nen-tang-dien-toan-dam-may-make-in-viet-nam-du-tieu-chuan-phuc-vu-chinh-phu-dien-tu/2020120309287850p1c882.htm>, accessed 16 January 2023 (in Vietnamese).
- [4] A. Boukerche, S. Guan, R.E.D. Grande (2019), "Sustainable offloading in mobile cloud computing: Algorithmic design and implementation", *ACM Computing Surveys (CSUR)*, **52(1)**, pp.1-37, DOI: 10.1145/3286688.
- [5] A. Sunyaev (2020), *Internet Computing: Principles of Distributed Systems and Emerging Internet-Based Technologies*, Springer, pp.195-236, DOI: 10.1007/978-3-030-34957-8.
- [6] M. Lnenicka, J. Komarkova (2019), "Developing a government enterprise architecture framework to support the requirements of big and open linked data with the use of cloud computing", *International Journal of Information Management*, **46**, pp.124-141, DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2018.12.003.
- [7] N. Yahya, M.A. Md Taib (2021), "An overview of service interface design approaches for interoperability of traditional system integration patterns", *Journal of Computing Research and Innovation (JCRINN)*, **6(1)**, pp.44-53, DOI: 10.24191/jcrinn.v6i1.148.
- [8] H. Subramanian, P. Raj (2019), *Hands-On RESTful API Design Patterns and Best Practices*, Packt Publishing, 378pp.
- [9] E. Hustad, D.H. Olsen (2021), "Creating a sustainable digital infrastructure: The role of service-oriented architecture", *Procedia Computer Science*, **181**, pp.597-604, DOI: 10.1016/j.procs.2021.01.210.