Các công trình nghiên cứu, phát triển và ứng dụng
Công nghệ Thông tin và Truyền thông
https://www.ictmag.vn/cntt-tt
Tập 2024, Số 2, Tháng 11
Số đặc biệt VNICT 2024

MỤC LỤC

Giải thuật di truyền giải bài toán tối ưu đặt và định tuyến trong mạng ảo hóa ..... ***Lê Đăng Nguyên, Trần Bá Tuấn, Nguyễn Thị Tâm, Lê Trọng Vĩnh*** 56

Phương pháp bổ sung pilot được thử nghiệm cho bộ ước lượng kênh trong hệ thống UWA-OFDM ..... ***Nguyễn Thị Nga, Phan Huy Anh, Phạm Thanh Hiệp*** 67

An IoT Solution that Classifies Human Physical Activities based on Sensors and Supervised Learning Algorithms/ Một giải pháp IoT phân loại các hoạt động thể chất của con người dựa trên các cảm biến và thuật toán học có giám sát ..... ***Vu Thi Thuong, Thu Nguyen Thi, Tran Duc Nghia, Nguyen Nhu Son, Tran Duc Tan*** 74

A Hybrid Spatial Fuzzy Inference and CNN Approach for Forecasting Changes in Remote Sensing/ Hướng tiếp cận kết hợp giữa Hệ suy diễn mờ phức không gian với mô hình CNN trong dự báo biến đổi trên ảnh vệ tinh ..... ***. Le Minh Hoang, Nguyen Long Giang, Nguyen Van Thien, Nguyen Van Luong, Luong Thi Hong Lan*** 81

Về một thuật toán lai ghép lọc-đóng gói lựa chọn thuộc tính trên hệ thông tin quyết định theo tiếp cận tập thô lân cận mờ ..... ***Phạm Việt Anh, Đặng Trọng Hợp, Ngô Quang Huy, Lê Xuân Hùng, Trần Phi Lực, Đỗ Đình Lực*** 89

Analysis of Document Retrieval for Online Public Administrative Procedure Services/ Phân tích bài toán truy xuất tài liệu thủ tục hành chính công cho dịch vụ công trực tuyến ..... ***Dinh-Dien La, Van-Hieu Nguyen, Trung-Nghia Phung, Van-Khanh Tran*** 100

A Novel Hybrid Architecture for Image Captioning/ Một mô hình kiến trúc tổng hợp mới trong mô tả ảnh ..... ***Tran Thi Hue, Le Thi Ha, Pham Van Hai, Do Hoang Long, Luong Thi Hong Lan*** 108

Giải thuật di truyền giải bài toán tối ưu đặt và định tuyến trong mạng ảo hóa

Lê Đăng Nguyên[1], Trần Bá Tuấn[2], Nguyễn Thị Tâm[2], Lê Trọng Vĩnh[2]
[1] Trường Đại học Hải Phòng, Hải Phòng, Việt Nam
[2] Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam
Tác giả liên hệ: Lê Trọng Vĩnh, vinhlt@gmail.com
Ngày nhận bài: 19/01/2024, ngày sửa chữa: 06/06/2024, ngày duyệt đăng: 24/06/2024
Định danh DOI: 10.32913/mic-ict-research-vn.v2024.n2.1254

Tóm tắt: Ngày nay, hạ tầng mạng Internet không ngừng được cải thiện để đáp ứng nhu cầu sử dụng ngày càng cao của người dùng. Việc lắp đặt các thiết bị phần cứng trong trung tâm máy chủ của mạng gặp phải nhiều hạn chế như: khó thay thế thiết bị; chi phí đầu tư, vận hành lớn,... Công nghệ ảo hóa các chức năng mạng (*Network Function Virtualization - NFV*) ra đời đã khắc phục các nhược điểm nêu trên. Trong công nghệ này, các phần cứng chuyên dụng sẽ được triển khai thay thế bằng các phần mềm chạy trong môi trường ảo hoá. Phân bổ tài nguyên là một vấn đề quan trọng trong NFV. Việc phân bổ tài nguyên hợp lý có thể giúp tăng chất lượng dịch vụ và giảm chi phí triển khai. Tối ưu việc phân bổ tài nguyên có thể được thực hiện thông qua việc đặt các chức năng mạng ảo (VNF) trên các máy chủ và tìm đường định tuyến hợp lý cho các dịch vụ mạng. Bài báo này nghiên cứu bài toán đặt các chức năng mạng ảo và định tuyến cho các chuỗi dịch vụ để đáp ứng hai mục tiêu: i) giảm chi phí triển khai; ii) giảm độ trễ của các chuỗi dịch vụ. Tối ưu đa mục tiêu được chuyển về tối ưu đơn mục tiêu (SO-VPTR) bằng cách tiếp cận tổng có trọng số. Nghiên cứu đề xuất mô hình quy hoạch tuyến tính nguyên hỗn hợp (MILP) để giải tối ưu hoá đơn mục tiêu này. Mô hình MILP có thể đưa ra lời giải chính xác cho các bộ dữ liệu có kích thước nhỏ. Để tìm lời giải cho các bộ dữ liệu có kích thước lớn hơn, nghiên cứu đề xuất thuật toán di truyền để giải bài toán. Kết quả thực nghiệm trên các bộ dữ liệu khác nhau đã chứng minh hiệu quả của thuật toán đề xuất.

Từ khóa: *ảo hóa chức năng mạng, thuật toán di truyền, phân bổ tài nguyên.*

Title: **Genetic Algorithm for Optimizing the Virtual Network Functions Placement and Traffic Routing Problem.**

Abstract: Recently, the Internet infrastructure is constantly being improved to meet the increasing needs of users. Installing hardware devices in the network server center faces many limitations such as: difficulty in replacing devices; large investment and operating costs,... Network Function Virtualization (NFV) technology was invented to overcome the disadvantages. Specialized hardware will be replaced by software running in visualized environments in this technology. Resource allocation is an important problem in NFV. Reasonable resource allocation can increase service quality and reduce network deployment costs. Optimizing resource allocation can be accomplished through placing virtual network functions (VNFs) on servers and finding appropriate routing for network services. This research explores the network resource allocation to achieve two objectives: i) reduce deployment costs; ii) reduce the delay of the service chain in the network. We transfer the multi-objective problem to single-objective problem (SO-VPTR) by the weighted-sum approach. This research proposes a mixed-integer linear programming (MILP) model to solve the single-objective optimization problem. The MILP model can provide accurate solutions for small datasets. In order to find solutions for larger sized datasets, the research proposes a genetic algorithm to solve the problem. The experimental results on different datasets demonstrated the effectiveness of the proposed algorithm.

Keywords: *network function virtualization, genetic algorithm, resource allocation.*

I. GIỚI THIỆU

Ảo hóa các chức năng mạng (*Network Function Virtualization - NFV*) là một khái niệm trong lĩnh vực mạng máy tính, nhằm tối ưu hóa, cải tiến và đơn giản kiến trúc mạng. NFV dựa trên các kĩ thuật ảo hoá để cho phép các chức năng mạng ảo có thể được triển khai động trên hạ tầng của NFV mà không cần lắp đặt các thiết bị phần cứng mới. Mạng ảo hoá về cơ bản dựa trên các công nghệ ảo hoá đã có như các công nghệ đã phát triển cho điện toán đám

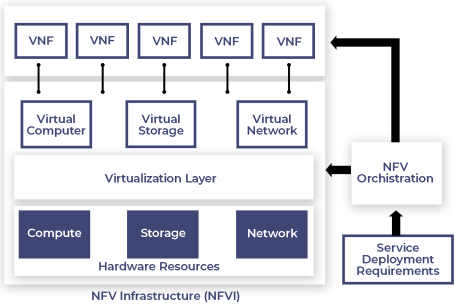
mây, bao gồm ba thành phần chính: các chức năng mạng ảo (*Virtual Network Function - VNF*), hạ tầng mạng ảo hoá (*Network Function Virtualization Infrastructure - NFVI*) và hệ thống quản trị ảo hoá chức năng mạng (*Network Function Virtualization Management - NFVM*). Hình 1 trình bày tổng quan hệ thống mạng ảo hoá.

Trong NFV, các dịch vụ được yêu cầu được thực hiện bởi một chuỗi VNF có thể được chạy trên các máy chủ bằng cách tận dụng công nghệ ảo hóa. Các VNF này được thực hiện với thứ tự xác định trước và được gọi là chuỗi chức năng dịch vụ (*Service Function Chaining - SFC*). Hay nói một cách khác, một SFC tương ứng với một chuỗi các VNF, thông qua chuỗi này, một luồng lưu lượng dữ liệu có thể đi qua từ nguồn đến đích của nó. Hình 2 minh hoạ một chuỗi dịch vụ đi qua 3 VNF là: tường lửa (*Firewall - FW*), hệ thống phát hiện xâm nhập (*Intrusion Detection System - IDS*) và cân bằng tải (*Load Balancer - LB*). Hiện nay, nhiều cấu hình mạng ảo hóa có thể cùng tồn tại trên một cơ sở hạ tầng vật lý. Các SFC dựa trên phần mềm có thể được khởi tạo và cập nhật dễ dàng bằng cách đặt trực tiếp trên máy chủ thay vì sử dụng cấu trúc vật lý một cách thủ công nếu muốn nâng cấp các phần cứng. Như vậy, có thể thấy rằng NFV phân bổ tài nguyên mạng một cách linh động hơn.

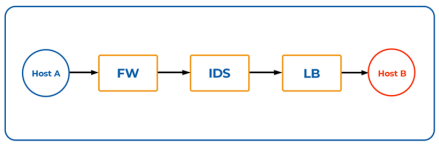
Từ những ưu điểm mà NFV mang lại, một câu hỏi được đặt ra là làm như thế nào để phân bổ nguồn tài nguyên cho các SFC được yêu cầu? Điều này phụ thuộc vào việc giải quyết hai bài toán: định tuyến cho các chuỗi dịch vụ (*Traffic Routing Problem - TRR*), bài toán đặt VNF và định tuyến (*VNF Placement and Traffic Routing - VPTR*) và các biến thể của hai bài toán này. Mục tiêu của các bài toán là đặt các VNF trên mạng và định tuyến giữa các VNF sao cho các ràng buộc về khả năng của mỗi nút và băng thông trên các liên kết được thỏa mãn.

Do các đặc tính sẵn có và các nguyên tắc thiết kế của NFV, bài toán VPTR cũng có một số khác biệt so với các bài toán đã có: bài toán định tuyến và đặt dịch vụ trong nghiên cứu [1], bài toán định tuyến và đặt các máy ảo trong nghiên cứu [2, 3]. Ví dụ, khi các VNF yêu cầu được đặt trên mạng, tuyến đường đi qua từng VNF sẽ theo một thứ tự xác định trước. Ngoài ra, các tham số như chất lượng dịch vụ (*Quality of Service - QoS*) cũng được xem xét trong bài toán VPTR. Ví dụ, nếu chúng ta coi độ trễ đầu cuối của các gói đi qua mỗi VNF trong một SFC là một thước đo đánh giá chất lượng dịch vụ của NFV, để đảm bảo một mạng đáp ứng dịch vụ, các nhà cung cấp dịch vụ cần phải thiết kế mạng sao cho độ trễ nằm trong một ngưỡng cho phép. Bên cạnh độ trễ, khả năng phục hồi cũng là một tham số quan trọng khác để đo chất lượng dịch vụ. Khả năng phục hồi xác định mức độ mà dịch vụ được cung cấp có thể tồn tại khi gặp sự cố. Nếu một nút hoặc một liên kết trong SFC bị lỗi, toàn bộ SFC không thể hoạt động và do đó, dịch vụ được cung cấp sẽ bị tạm ngừng. Có thể thấy rằng, bài toán VPTR và các biến thể của bài toán này sẽ trở nên phức tạp hơn khi tham số chất lượng dịch vụ được xem xét. Nghiên cứu này sẽ tập trung vào giải quyết các bài toán tối ưu hóa việc phân bổ tài nguyên trong NFV có xem xét đến chất lượng dịch vụ của mạng. Nghiên cứu cũng đề xuất các giải thuật gần đúng (xấp xỉ, heursitic và metaheuristic) để giải quyết các bài toán được đưa ra.

Phần còn lại của bài báo được tổ chức như sau: Phần II trình bày một số nghiên cứu liên quan đến bài toán đặt và định tuyến trong mạng ảo hóa. Phần III trình bày mô hình hoá bài toán và đưa ra mô hình quy hoạch nguyên hỗn hợp cho bài toán. Thuật toán đề xuất và thực nghiệm được trình bày lần lượt trong phần IV và Phần V. Cuối cùng, phần VI sẽ tổng kết lại một số kết quả đạt được của bài báo cũng như trình bày một số hướng nghiên cứu trong tương lai.



Hình 1. Hệ thống mạng ảo hoá.



Hình 2. Minh họa một chuỗi chức năng dịch vụ với FW, IDS và LB.

II. CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

Bài toán phân bổ tài nguyên trong mạng NFV đã và đang nhận được sự quan tâm của các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước trong thời gian gần đây. Hầu hết các nghiên cứu đối với bài toán này đều quan tâm đến các tham số chất lượng dịch vụ khác nhau như chi phí, độ trễ, tính sẵn có, năng lượng,... Trong phần này, nghiên cứu sẽ khảo sát dựa trên các bài toán tổng quát đã được trình bày ở phần trên: bài toán VPTR, bài toán đặt VNF (*VNF Placement - VNFP*) như hình 3 và bài toán TRR.

Ma và các cộng sự trong nghiên cứu [4] nghiên cứu bài toán VPTR với mục tiêu cực tiểu hóa giá trị tải lớn nhất của