1. Xây dựng vấn đề

Đưa ra một biểu đồ mạng với một tập hợp các nút, liên kết giữa các nút và một tập hợp các chức năng mạng ảo (VNF), mỗi VNF được coi là một máy ảo. Đưa ra một tập hợp các yêu cầu có tên Chuỗi chức năng dịch vụ (SFC), mỗi SFC được đặc trưng bởi một nguồn, một đích, lượng tài nguyên được sử dụng và một tập hợp các chức năng mạng ảo (VNF) sẽ được cài đặt. Mục tiêu của bài toán định tuyến và sắp xếp chức năng mạng ảo đa mục tiêu (VNF-PR) là tìm cách cài đặt các VNF trong các nút máy chủ và đường dẫn cho mỗi yêu cầu để giảm thiểu chi phí kích hoạt các nút máy chủ, chi phí cài đặt các VNF. và sử dụng băng thông trong các liên kết.

* 1. Input
* Một mạng được biểu diễn dưới dạng đồ thị vô hướng G(V,E), trong đó V là tập hợp tất cả các nút và E là tập hợp tất cả các liên kết giữa các nút. Các nút có thể được chia thành các nút máy chủ Vserver và chuyển nút Vswitch . Các nút máy chủ có thể chạy VNFs, trong khi các nút chuyển đổi được sử dụng cho chuyển tiếp luồng mạng. Chúng tôi biểu thị and như tài nguyên bộ nhớ và CPU của nút v, tương ứng. Mỗi nút máy chủ có tài nguyên bộ nhớ không giới hạn và mỗi nút chuyển đổi không có tài nguyên CPU. Đối với mỗi nút máy chủ v, chi phí kích hoạt là , các số lượng giới hạn của các loại VNF được cài đặt là , và độ trễ trong khi chạy VNFs is dv. Trong khi đó, mỗi liên kết (v, u) được liên kết với tài nguyên băng thông , độ chễ dvu.
* Ta ký hiệu F = {f1,f2,...,f|F|} là tập các VNF, trong đó |F| là số loại VNFs. Mỗi fk có một tham số , , viết tắt của chi phí cài đặt VNF fk trong nút máy chủ v.
* Đặt R = {r1, r2, ..., r|R|} là tập hợp các yêu cầu SFC, trong đó |R| là số lượng yêu cầu SFC. Mỗi yêu cầu SFC rj bắt đầu từ snj, đi qua các nút để đáp ứng một tập Fj VNFs đã được sắp xếp và kết thúc tại dnj. Nhu cầu bộ nhớ, nhu cầu băng thông và nhu cầu CPU của SFC lần lượt là , , .
  1. Output
* Tập hợp các biến quyết định xv trong đó, xv = 1 nếu nút máy chủ v đang hoạt động và xv = 0 nếu không.
* Tập hợp các biến quyết định Trong đó, = 1 nếu VNF fk được cài đặt trong máy chủ v, = 0 nếu không.
* Tập hợp các biến quyết định trong đó = 1 nếu SFC rj đi qua liên kết (v,u), nếu không giá trị của nó bằng không.

1.3 Ràng buộc

* Mức tiêu thụ băng thông của liên kết (v, u) phải nhỏ hơn băng thông tối đa:  
  A picture containing background pattern

  Description automatically generated
* Mức tiêu thụ bộ nhớ của nút chuyển đổi v phải nhỏ hơn bộ nhớ tối đa:

Text, letter

Description automatically generated

* Mức tiêu thụ CPU của nút máy chủ v phải nhỏ hơn CPU tối đa:

A picture containing graphical user interface

Description automatically generated

* Số lượng loại VNF được cài đặt trong mỗi nút không vượt quá số loại VNF tối đa:

A picture containing text

Description automatically generated

* Tất cả các yêu cầu SFC phải được đáp ứng

1.4 Mục tiêu

* Giảm thiểu độ trễ của tất cả các yêu cầu.

A picture containing text

Description automatically generated

Trong (5), độ trễ của yêu cầu được tính bằng tổng độ trễ trên các liên kết mà yêu cầu đi qua và độ trễ khi chạy VNF trên các máy chủ được phân bổ. Sau đó, mục tiêu chuẩn hóa được tính bằng tỷ lệ giữa độ trễ của tất cả các yêu cầu và độ trễ tối đa có thể.

* Giảm thiểu chi phí vị trí

A picture containing graphical user interface

Description automatically generated

Phương trình 6 xem xét chi phí kích hoạt các nút máy chủ. Giá trị này được chuẩn hóa theo tỷ lệ chi phí kích hoạt máy chủ và tổng chi phí cài đặt của tất cả các máy chủ.

* Giảm thiểu chi phí lắp đặt VNF

Text, letter

Description automatically generated

Phương trình 7 được tính tương tự như Phương trình 6 và phạm vi giá trị của chúng đồng nhất giữa (0, 1).

**Giờ đây, tất cả các hàm mục tiêu DL, CS và CV từ Phương trình 5, Phương trình 6 và 7 được biểu diễn ở dạng chuẩn hóa, tất cả đều được tối thiểu hóa. Đa mục tiêu từ ba mục tiêu có thể được kết hợp thành một hàm mục tiêu duy nhất bằng cách tổng hợp các mục tiêu này.**

**A picture containing background pattern

Description automatically generated**

Danh sách các ký hiệu quan trọng của bài viết này được cung cấp trong Bảng 1.

|  |  |
| --- | --- |
| Biểu tượng | Mô tả |
| G = (V,E) | G là đồ thị vô hướng có tập nút V và tập liên kết E |
| Vserver | Một tập hợp các nút máy chủ |
| Vswitch | Một tập hợp các nút chuyển đổi |
| F | Một tập hợp các yêu cầu VNF, F = {f1, f2, ..., f|F|} |
| n | Số lượng nút |
|  | Băng thông tối đa của liên kết (v, u) |
|  | Bộ nhớ tối đa của nút v |
|  | CPU tối đa của nút v |
|  | Số lượng loại VNF được cài đặt tối đa trong nút v |
|  | Mức tiêu thụ băng thông của liên kết (v, u) |
|  | Mức tiêu thụ bộ nhớ của nút v |
|  | Mức tiêu thụ CPU của nút v |
|  | Số loại VNF đã cài đặt trong nút v |
| dv | Độ trễ của máy chủ v khi chạy VNF |
| dvu | Độ trễ của liên kết (v, u) |
|  | Chi phí kích hoạt nút máy chủ v |
|  | Chi phí cài đặt VNF fk trên server node v |
|  | **Chuỗi chức năng dịch vụ** |
| R | R là một tập hợp các yêu cầu SFC, R = {r1, r2, ..., r|R|} |
| snj | Nút nguồn của yêu cầu rj |
| dnj | Nút đích của yêu cầu rj |
|  | Nhu cầu bộ nhớ của yêu cầu rj |
|  | Nhu cầu băng thông của yêu cầu rj |
|  | Nhu cầu CPU của yêu cầu rj |
| Fj | Bộ VNF đã đặt hàng để cài đặt |
|  | **Các biến quyết định** |
| xv | 1 nếu máy chủ v được kích hoạt, 0 nếu không |
|  | 1 nếu VNF fk của SFC rj được cài đặt trong máy chủ v, 0 nếu không |
|  | 1 nếu SFC rj đi qua liên kết (v,u) |