



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

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

(11)



1-0042181

(51)^{2020.01} H04L 12/00

(13) B

(21) 1-2020-06179

(22) 27/10/2020

(45) 25/12/2024 441

(43) 25/02/2021 395

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

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

(72) Nguyễn Tiến Uy (VN); Đinh Viết Quân (VN); Nguyễn Đức Huy (VN); Nguyễn Huy Tình (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH TUYẾN VÀ BIÊN DỊCH ĐỊA CHỈ MẠNG

(57) Phương pháp định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng là giải pháp để cung cấp cổng giao tiếp tập trung để trao đổi gói tin giữa các ứng dụng miền công cộng với miền nội bộ thông qua các bộ giao thức TCP/UDP và SCTP. Phương pháp bao gồm:

bước 1: sử dụng nền tảng DPDK để quản lý và xử lý hiệu quả các tài nguyên;

bước 2: khai báo thông tin các địa chỉ mạng cho hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng để giao tiếp với ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ;

bước 3: khai báo bảng thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng;

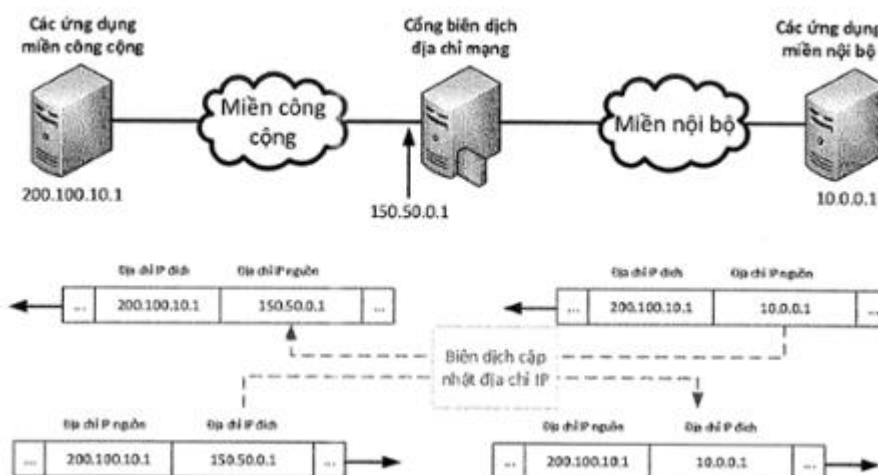
bước 4: cập nhật bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng khi cần thay đổi, bổ sung, mở rộng năng lực của ứng dụng miền nội bộ;

bước 5: xác định địa chỉ MAC cho các địa chỉ IP tương tác với cổng biên dịch địa chỉ mạng;

bước 6: xử lý gói tin nhận được để định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng;

bước 7: tính toán lại giá trị tổng kiểm cho gói tin;

bước 8: thực hiện gửi gói tin đến nút đích.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng. Cụ thể, phương pháp được đề xuất trong sáng chế cung cấp cổng giao tiếp tập trung để trao đổi gói tin giữa các ứng dụng miền công cộng với miền nội bộ thông qua các bộ giao thức TCP/UDP và SCTP. Sáng chế được ứng dụng trong các hệ thống phần mềm có nhiều thành phần xử lý nội bộ cùng tương tác, trao đổi với các thành phần ứng dụng bên ngoài sử dụng bộ giao thức TCP, UDP và SCTP.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quá trình phát triển các phần mềm có tương tác với nhiều nút mạng, như các sản phẩm phần mềm viễn thông, chúng ta hay gặp trường hợp cần có một nút định tuyến trung gian đóng vai trò là cổng biên dịch địa chỉ mạng để giao tiếp giữa các thành phần xử lý nội bộ với các ứng dụng nút mạng bên ngoài, việc này giúp việc tương tác giữa các thành phần nút mạng trở nên đơn giản, thuận lợi hơn, việc vận hành, cập nhật, bổ sung các thành phần xử lý bên trong sẽ không ảnh hưởng đến giao diện khai báo tương tác với các thành phần nút mạng bên ngoài, điều này đặc biệt quan trọng trong các hệ thống phần mềm của viễn thông.

Hiện nay để hỗ trợ việc định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng các gói tin thì có một số phương pháp/hệ thống nguồn mở hỗ trợ, điển hình như: IPFilter, ipfirewall, Netfilter (đây là tên riêng nên không dịch sang tiếng Việt được). Các phương pháp/hệ thống này hiện tại mới chỉ hỗ trợ xử lý cơ chế định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng thông tin địa chỉ IP (Internet Protocol) tại tầng mạng, chưa hỗ trợ xử lý biên dịch địa chỉ mạng cho thông tin địa chỉ IP tại tầng giao vận cho giao thức SCTP.

Phương pháp định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng của sáng chế cho phép thực hiện cơ chế biên dịch địa chỉ mạng để định tuyến gói tin cho các bộ giao thức mạng TCP, UDP và SCTP giữa các ứng dụng miền công cộng với miền nội bộ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng theo các nguyên tắc sau:

Hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng (hệ thống mà phương pháp được đề xuất ứng dụng) là nút giao tiếp tập trung để các thành phần ứng dụng miền nội bộ cùng trao đổi, tương tác với các ứng dụng miền công cộng, thông qua địa chỉ mạng IP tập trung tại cổng biên dịch địa chỉ mạng. Từ đó hệ thống cho phép các ứng dụng miền công cộng chỉ cần khai báo các thông tin địa chỉ IP đến các địa chỉ IP tập trung của cổng biên dịch địa chỉ mạng để tương tác với các thành phần ứng dụng xử lý nội bộ, trong khi đó các thành phần ứng dụng nội bộ vẫn đảm bảo việc khai báo được trực tiếp đến các thông tin địa chỉ IP của ứng dụng miền công cộng để trao đổi xử lý.

Để thực hiện tính năng định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng khi nhận được gói tin từ các ứng dụng miền nội bộ và ứng dụng miền công cộng, để biên dịch và định tuyến gói tin này đến địa chỉ đích mới thì hệ thống sẽ thực hiện cập nhật lại các thông tin sau:

- Hệ thống cập nhật lại địa chỉ MAC tại tầng giao tiếp mạng theo các địa chỉ MAC nguồn mới là địa chỉ MAC của cổng biên dịch địa chỉ mạng và địa chỉ MAC đích mới là địa chỉ MAC của nút ứng dụng cần định tuyến tới.
- Khi gói tin nhận từ ứng dụng miền công cộng, hệ thống cập nhật lại địa chỉ IP đích tại tầng mạng thành địa chỉ IP đích của nút ứng dụng miền nội bộ tương ứng cần gửi đến.
- Khi gói tin nhận từ ứng dụng miền nội bộ, hệ thống cập nhật lại địa chỉ IP nguồn tại tầng mạng và các địa chỉ IP của liên kết cho giao thức SCTP tại tầng giao vận của gói tin khởi tạo liên kết trong giao thức SCTP thành các địa chỉ IP của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp với các ứng dụng miền công cộng.

Để đạt được các mục đích trên, phương pháp được đề xuất trong sáng chế bao gồm các bước:

- Bước 1: sử dụng nền tảng DPDK để quản lý và xử lý hiệu quả các tài nguyên; bước này giúp tăng hiệu năng xử lý của hệ thống, và các thư viện cung cấp giúp việc xử lý nghiệp vụ được hiệu quả và thuận lợi hơn.
- Bước 2: khai báo thông tin các địa chỉ IP của hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng để giao tiếp với ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ.
- Bước 3: khai báo bảng thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng; đây là thông tin cấu hình giúp hệ thống xác định quy tắc thực hiện định tuyến và biên dịch địa chỉ IP cho các gói tin.
- Bước 4: cập nhật bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng khi cần thay đổi, bổ sung, mở rộng năng lực của ứng dụng miền nội bộ. Tại bước này,

tiến hành cung cấp tính năng giúp cập nhật dữ liệu cấu hình định tuyến khi có các yêu cầu định tuyến và biên dịch thay đổi, bổ sung.

- Bước 5: xác định địa chỉ MAC cho các địa chỉ IP khi thực hiện biên dịch địa chỉ mạng.
- Bước 6: xử lý gói tin nhận được để định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng. Là bước xử lý chính, khi hệ thống nhận gói tin trao đổi nghiệp vụ từ hai miền ứng dụng thông qua các bộ giao thức TCP/UDP và SCTP.
- Bước 7: tính toán lại giá trị tổng kiểm (checksum) cho gói tin. Đảm bảo thông tin dữ liệu tổng kiểm chính xác cho gói tin tại tầng tầng mạng cho các giao thức TCP/UDP/SCTP và tại tầng giao vận cho bản tin khởi tạo liên kết của giao thức SCTP.
- Bước 8: thực hiện gửi gói tin đến nút đích.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1: hình mô tả định dạng gói tin giao thức ARP.

Hình 2: hình mô tả các bước xử lý gói tin ARP.

Hình 3: hình mô tả cấu trúc gói tin giao thức Ethernet.

Hình 4: hình mô tả cấu trúc gói tin giao thức IPv4.

Hình 5: hình mô tả cấu trúc gói tin giao thức TCP.

Hình 6: hình mô tả cấu trúc gói tin giao thức SCTP.

Hình 7: hình minh họa Phương pháp định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng cho các gói tin giữa hai miền ứng dụng nội bộ và ứng dụng miền công cộng thông qua hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng.

Hình 8: hình mô tả thực hiện gửi gói tin đến nút đích

Mô tả chi tiết sáng chế

Chi tiết phương pháp định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng được mô tả dưới đây với các thuật ngữ chuyên môn được hiểu như sau:

- Hệ thống: là hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng dùng để ứng dụng phương pháp đang được đề xuất.
- Phần mềm mã nguồn mở (open source software): là phần mềm với mã nguồn được công bố và sử dụng một giấy phép nguồn mở. Giấy phép này cho phép bất cứ ai cũng có

thể nghiên cứu, thay đổi và cải tiến phần mềm, và phân phối phần mềm ở dạng chưa thay đổi hoặc đã thay đổi.

- Nền tảng DPDK (Data Plane Development Kit): là một dự án phần mềm mã nguồn mở, nó bao gồm các thư viện để tăng tốc khối lượng công việc xử lý gói tin và chạy trên nhiều kiến trúc bộ xử lý CPU (Central Processing Unit).

- Luồng (thread): một luồng thực thi là chuỗi lệnh nhỏ nhất được lập trình có thể được quản lý độc lập bởi bộ lập lịch, vốn thường là một phần của hệ điều hành.

- Gói tin: đây là các thông tin nghiệp vụ được đóng gói để truyền tải, trao đổi giữa các ứng dụng phần mềm trên môi trường mạng.

- Địa chỉ MAC (Media Access Control address): là địa chỉ điều khiển truy cập phương tiện truyền thông tại tầng giao tiếp mạng, nó là một định danh duy nhất được gán cho một card mạng để sử dụng như một địa chỉ trong trao đổi gói tin trong một phân đoạn mạng.

- Địa chỉ IP (Internet Protocol address): là một nhãn số gán cho mỗi thiết bị kết nối với một mạng máy tính có sử dụng giao thức mạng (IP Internet Protocol) để liên lạc.

- Card mạng (Network Interface Controller – NIC): là một thành phần của phần cứng máy tính giúp kết nối máy tính với một mạng máy tính.

- Cơ chế bond: cung cấp một phương pháp để tổng hợp nhiều card mạng thành một card mạng logic duy nhất.

- Biên dịch địa chỉ mạng (Network address translation – NAT): là một phương pháp ánh xạ lại một không gian địa chỉ IP thành một không gian địa chỉ IP khác bằng cách sửa đổi thông tin địa chỉ IP tại tầng mạng và tầng giao vận (cho gói tin khởi tạo liên kết trong giao thức SCTP) của các gói tin.

- Không gian địa chỉ: xác định một loạt các địa chỉ rời rạc, mỗi địa chỉ tương ứng với một máy chủ mạng.

- Máy chủ mạng: hay còn gọi là nút mạng, là một máy tính hoặc thiết bị khác được kết nối với một mạng máy tính.

- Mạng máy tính: là một nhóm các máy tính có sử dụng một tập hợp các giao thức truyền thông chung thông qua kết nối kỹ thuật số với mục đích chia sẻ tài nguyên nằm trên hoặc được cung cấp bởi các máy chủ mạng.

- Mặt nạ mạng con (Subnet mask): là một mặt nạ nhị phân 32 bit, được sử dụng để chia địa chỉ IP thành các mạng con và chỉ định các máy chủ khả dụng của mạng con đó.

- Cổng mạng mặc định (default gateway): là một nút mạng trong một mạng máy tính bằng cách sử dụng bộ giao thức internet đóng vai trò như các máy chủ chuyển tiếp (bộ định tuyến) với các mạng khác khi không có định tuyến nào khớp với địa chỉ IP đích của một gói tin.
- Định tuyến: là chức năng để chuyển tiếp các gói tin giữa các mạng máy tính.
- Cổng biên dịch địa chỉ mạng: là một máy chủ mạng cung cấp chức năng xử lý tập trung các nghiệp vụ định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng.
- Ứng dụng miền nội bộ: là các ứng dụng nằm trên các nút mạng sẽ giao tiếp với các ứng dụng công cộng thông qua cổng biên dịch địa chỉ mạng, các địa chỉ IP của ứng dụng nội bộ sẽ được cổng biên dịch địa chỉ mạng thay đổi thành các địa chỉ IP của cổng biên dịch để gửi đến các ứng dụng công cộng tương ứng.
- Ứng dụng miền công cộng: là các ứng dụng nằm trên các nút mạng sẽ giao tiếp với các ứng dụng nội bộ thông qua cổng biên dịch địa chỉ mạng, các địa chỉ IP của ứng dụng công cộng vẫn được giữ nguyên sau khi qua cổng biên dịch để gửi vào cho các ứng dụng nội bộ.
- Bảng cấu hình định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng: có chứa các thông tin giúp cho cổng biên dịch địa chỉ mạng thực hiện nghiệp vụ định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng.
- Internet: là hệ thống toàn cầu của kết nối mạng máy tính có sử dụng bộ giao thức Internet.
- Bộ giao thức Internet: là tập hợp các giao thức truyền thông được sử dụng trong Internet và các mạng máy tính.
- Mô hình TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol): là mô hình giao thức mạng phổ biến được sử dụng để thiết kế, triển khai và quản lý các mạng máy tính, bao gồm Internet.
- Tầng giao tiếp mạng (Network Interface Layer hoặc Link Layer): tầng thấp nhất trong mô hình TCP/IP, đảm nhiệm giao tiếp trực tiếp với phần cứng mạng, điều khiển truyền và nhận dữ liệu qua các thiết bị mạng.
- Giao thức Ethernet: là giao thức phổ biến được sử dụng tại tầng giao tiếp mạng.
- Tầng mạng (Internet Layer): là một tầng trong mô hình TCP/IP, đảm nhiệm việc định tuyến gói dữ liệu từ nguồn đến đích qua mạng Internet.
- Tầng giao vận: là một tầng trong mô hình TCP/IP
- Giao thức IPv4 (Giao thức IP): là phiên bản giao thức tầng mạng chính trong mô hình TCP/IP, được sử dụng rộng rãi trên Internet và các mạng máy tính.

- Giao thức TCP (Transmission Control Protocol): giao thức điều khiển truyền vận, là một trong các giao thức chính của bộ giao thức Internet. TCP cung cấp khả năng phân phối đáng tin cậy, có thứ tự và đã được kiểm tra lỗi của một luồng byte giữa các ứng dụng chạy trên các máy chủ mạng.
- Giao thức UDP (User Datagram Protocol): giao thức dữ liệu người dùng, là một trong các giao thức chính của bộ giao thức internet. Với UDP, các ứng dụng máy tính có thể gửi gói tin đến các máy chủ khác trên giao thức Internet (là giao thức truyền thông chính trong bộ giao thức Internet). Các liên lạc thì không yêu cầu thiết lập các kênh liên lạc hoặc đường dẫn dữ liệu.
- Giao thức SCTP (Stream Control Transmission Protocol): giao thức truyền vận điều khiển luồng, là một giao thức truyền thông ở tầng giao vận của bộ giao thức mạng, giao thức này cung cấp tính năng theo hướng gói tin của giao thức UDP, đồng thời đảm bảo việc vận chuyển gói tin theo trình tự, đáng tin cậy với kiểm soát tắc nghẽn như giao thức TCP. Không giống như UDP và TCP, giao thức SCTP cung cấp các đường dẫn đa đường và dự phòng để tăng khả năng phục hồi và độ tin cậy.
- Giá trị tổng kiểm (checksum): là một giá trị tính toán dùng để gắn vào một gói tin khi được truyền qua một mạng truyền thông, cho phép bên nhận gói tin, dùng con số này để so sánh với giá trị tổng kiểm mà nó tự tính toán trên gói tin. Nếu hai giá trị tổng kiểm bằng nhau thì gói tin coi như là được truyền chính xác, dữ liệu nhận được là tương đương với dữ liệu đã gửi. Nếu không thì gói tin nhận được không còn giống với gói tin đã gửi.
- Đường dẫn đa đường (Multi-homing): là khả năng một liên kết SCTP hỗ trợ nhiều đường dẫn IP giữa hai điểm kết nối của nó. Lợi ích của liên kết đa đường là nó làm cho liên kết có khả năng chịu lỗi tốt hơn khi xảy ra các lỗi mạng vật lý.
- Gói tin khởi tạo liên kết SCTP: đây là gói tin dùng để khởi tạo liên kết giữa hai nút mạng có trao đổi nghiệp vụ với nhau sử dụng giao thức SCTP.
- Telnet: là một giao thức ứng dụng sử dụng trên Internet hoặc mạng cục bộ để cung cấp phương tiện giao tiếp định hướng văn bản tương tác hai chiều bằng cách sử dụng một kết nối đầu cuối ảo, hiện tiếng Việt chưa có từ nào dịch đúng nghĩa, vì vậy trong sáng chế này sẽ giữ nguyên thuật ngữ “Telnet” để không bị sai bản chất.
- Giao thức ARP (Address Resolution Protocol): là một giao thức truyền thông sử dụng để tìm các địa chỉ ở tầng giao tiếp mạng, như địa chỉ MAC.
- Số cổng (port number): trong mạng máy tính, một cổng là một điểm cuối giao tiếp, một cổng là một cấu trúc logic xác định một tiến trình xử lý cụ thể hoặc một loại dịch vụ

mạng. Một cổng được xác định cho mỗi giao thức truyền tải và giá trị của nó là số không đầu 16 bit.

- Thuật toán CRC32: là một thuật toán tính giá trị tổng kiểm 32 bit phổ biến được sử dụng để phát hiện lỗi dữ liệu.

- Tài liệu RFC là các tài liệu kỹ thuật liên quan đến các giao thức Internet và các công nghệ liên quan. Các tài liệu RFC được viết và công bố bởi tổ chức IETF (Internet Engineering Task Force), tổ chịu trách nhiệm đề xuất và phát triển các giao thức và tiêu chuẩn cho Internet.

- Tài liệu RFC3309: tài liệu kỹ thuật miêu tả thuật toán Adler-32, một thuật toán CRC32 để tính giá trị tổng kiểm 32bit cho giao thức SCTP.

- Loại thiết bị cứng (Hardware Type): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, xác định kiểu thiết bị được sử dụng trong mạng.

- Loại giao thức (Protocol Type): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, xác định kiểu giao thức mạng mà ARP được sử dụng để ánh xạ địa chỉ.

- Độ dài địa chỉ thiết bị (Hardware Address Length): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, xác định số lượng byte trong địa chỉ MAC.

- Độ dài địa chỉ giao thức (Protocol Address Length): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, xác định số lượng byte trong địa chỉ IP.

- Mã hoạt động (Operation Code): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, xác định mã hoạt động mà gói tin ARP thực hiện.

- Giá trị 1: Cho yêu cầu ARP.

- Giá trị 2: Cho đáp ứng ARP.

- Địa chỉ thiết bị gửi (Sender Hardware Address): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, chứa địa chỉ MAC của thiết bị gửi gói tin ARP.

- Địa chỉ giao thức của thiết bị gửi (Sender Protocol Address): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, chứa địa chỉ IP của thiết bị gửi gói tin ARP.

- Địa chỉ thiết bị đích (Target Hardware Address): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, chứa địa chỉ MAC của thiết bị được yêu cầu ánh xạ địa chỉ.

- Địa chỉ giao thức thiết bị đích (Target Protocol Address): Trường dữ liệu trong giao thức ARP, chứa địa chỉ IP của thiết bị được yêu cầu ánh xạ địa chỉ.

Cụ thể, phương pháp được thực hiện qua các bước như sau:

Bước 1: sử dụng nền tảng DPDK để quản lý và xử lý hiệu quả các tài nguyên; tại bước này, các tài nguyên được đề cập bao gồm khai báo để gán các lõi CPU sử dụng để chạy các luồng xử lý của hệ thống, gồm các luồng xử lý nhận gói tin, các luồng xử lý gói tin, các luồng gửi gói tin. Quản lý các bộ nhớ hàng đợi dùng để lưu trữ các gói tin để cung cấp cho các luồng xử lý tương ứng. Quản lý nhóm bộ nhớ để cấp phát tài nguyên bộ nhớ lưu trữ các gói tin. Cung cấp các thư viện giúp nhận và gửi gói tin xuống các mạng, các thư viện giúp đọc, xử lý các thành phần trong cấu trúc gói tin. Theo đó, nền tảng DPDK được sử dụng để quản lý và xử lý các tài nguyên nêu trên, đầu ra của bước này là các luồng để xử lý các gói tin nhận được từ các mạng, các luồng xử lý nghiệp vụ biên dịch và định tuyến cho gói tin, các luồng gửi gói tin ra các mạng để gửi đến nút nghiệp vụ đích.

Bước 2: khai báo thông tin cho các địa chỉ IP của hệ thống công biên dịch địa chỉ mạng để giao tiếp với các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ đầu vào của bước này là thông tin địa chỉ các mạng của hệ thống để hệ thống thiết lập các địa chỉ IP tương tác với các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ, tại bước này, tiến hành khai báo thông tin địa chỉ IP cho công biên dịch địa chỉ mạng tại miền công cộng và miền nội bộ. Thông tin khai báo trên mỗi miền như sau:

- Thông tin các địa chỉ MAC, thực hiện khai báo nhiều địa chỉ MAC nếu muốn chạy các mạng theo cơ chế bond.
- Hệ thống cho phép khai báo nhiều địa chỉ IP cho một các mạng, mỗi địa chỉ IP khai báo thì bao gồm các thông tin liên quan sau:
 - Địa chỉ IP;
 - Thông tin mặt nạ mạng con của địa chỉ IP;
 - Thông tin cổng mạng mặc định của địa chỉ IP.

Kết thúc bước này, hệ thống có được các thông tin cấu hình để thiết lập các địa chỉ IP tương tác với các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ.

Bước 3: khai báo bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng.

Đầu vào của bước này là các thông tin cấu hình để thiết lập các địa chỉ IP giúp hệ thống xử lý nghiệp vụ định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng cho các gói tin trao đổi giữa các ứng dụng miền công cộng với các ứng dụng miền nội bộ. Chi tiết các thông tin được liệt kê trong bảng cấu hình. Cụ thể, bảng cấu hình được khai báo theo dạng sau, ví dụ minh họa bảng khai báo một số định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng cho các giao thức TCP/UDP/SCTP:

Địa chỉ IP miền công cộng	Địa chỉ IP của cổng biên dịch địa chỉ mạng miền công cộng	Số cổng để định tuyến	Địa chỉ IP miền nội bộ khi nhận gói tin	Địa chỉ IP miền nội bộ khi gửi gói tin	Giao thức gói tin sử dụng
200.100.10.1	150.50.0.1	0	10.0.0.1	10.0.0.1	UDP
200.100.10.1	150.50.0.1	0	10.0.0.1	10.0.0.2	TCP
200.100.10.1	150.50.0.1	2905	10.0.0.10	10.0.0.10	SCTP
200.100.10.1	150.50.0.1	2906	10.0.0.11	10.0.0.11	SCTP

Trong đó:

Địa chỉ IP miền công cộng: để khai báo các địa chỉ IP của các ứng dụng trong miền công cộng của hệ thống giao tiếp với hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng.

Địa chỉ IP của cổng biên dịch địa chỉ mạng miền công cộng: đây là địa chỉ IP được thiết lập tại cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp với các ứng dụng trong miền công cộng.

Số cổng để định tuyến: đây là thông tin số cổng giúp cho việc định tuyến gói tin, khi gói tin được nhận từ ứng dụng miền công cộng gửi đến cổng biên dịch với số cổng đích của cổng biên dịch là trường thông tin liên quan để xử lý cho trường số cổng này, khi cổng biên dịch nhận gói tin từ ứng dụng nội bộ, trường thông tin số cổng nguồn của gói tin sẽ là trường thông tin liên quan để xử lý cho trường số cổng này. Có các cơ chế luật định tuyến với số cổng được khai báo theo các quy tắc sau:

- Khai báo là 0 nếu định tuyến cho tất cả các số cổng.
- Khai báo theo dải số cổng, ví dụ: 22,80,1000:9999
- Khai báo cụ thể số cổng cần định tuyến.

Địa chỉ IP miền nội bộ khi nhận gói tin: đây là địa chỉ IP sẽ nhận gói tin được định tuyến từ cổng biên dịch địa chỉ mạng gửi đến.

Địa chỉ IP miền nội bộ khi gửi gói tin: đây là địa chỉ IP mà ứng dụng miền nội bộ gửi đến cổng biên dịch địa chỉ mạng để gửi ra miền công cộng. Ở đây hệ thống cho phép cơ chế các ứng dụng tại miền nội bộ khi nhận gói tin là một địa chỉ IP, nhưng khi gửi đi có thể là một địa chỉ IP khác, việc này giúp cho việc mở rộng năng lực hệ thống dễ dàng hơn và có nhiều phương án hơn.

Giao thức gói tin sử dụng: ở đây cho phép khai báo sử dụng cho các giao thức TCP/UDP/SCTP.

Với bảng định tuyến trên, hệ thống cho phép tiến hành cập nhật, bổ sung dữ liệu cho bảng định tuyến theo yêu cầu điều chỉnh, mở rộng của các hệ thống ứng dụng, với tương tác cập nhật theo thời gian thực (real time).

Bước 4: cập nhật bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng khi cần thay đổi, bổ sung, mở rộng năng lực của các ứng dụng.

Tại bước này, hệ thống cung cấp kết nối qua giao thức telnet, cho phép thực hiện lệnh telnet để kết nối vào hệ thống, sau đó thực hiện các lệnh để cập nhật bảng thông tin cấu hình định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng. Hệ thống cho phép thực hiện các lệnh sau:

- Thêm mới một cấu hình định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng, khi cần bổ sung thêm một định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng mới như: thêm mới nút xử lý nội bộ, thêm mới nút xử lý công cộng cần tương tác. Các thông tin đầu vào để thêm mới bao gồm các thông tin trong bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng (tại bước 3).
- Xóa bỏ một cấu hình, khi cần xóa bỏ một cấu hình, thì cần truyền vào đủ các thông tin của một cấu hình như trong bảng định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng (tại bước 3)
- Khi cần sửa đổi một cấu hình thì thực hiện hai bước, đầu tiên là xóa cấu hình cần sửa đổi, sau đó thêm mới một cấu hình theo yêu cầu.

Kết thúc bước này, dữ liệu bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng được cập nhật theo yêu cầu cập nhật nghiệp vụ định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng của các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ.

Bước 5: xác định địa chỉ MAC cho các địa chỉ IP khi thực hiện biên dịch địa chỉ mạng.

Để hệ thống gửi được gói tin đi đến đúng đích thì yêu cầu phải có được thông tin địa chỉ MAC của đích cần gửi, thông tin MAC đích sẽ được xác định thông qua bản tin ARP với cấu trúc gói tin của tầng giao thức ARP như hình 1.

Khi bắt đầu chạy chương trình hệ thống căn cứ vào các địa chỉ IP của các ứng dụng miền nội bộ và địa chỉ IP của các cổng mạng mặc định của các mạng tại mỗi miền. Hệ thống sẽ gửi các gói tin ARP với trường mã hoạt động là yêu cầu ARP cho các địa chỉ IP này để lấy thông tin địa chỉ MAC của chúng. Trong quá trình chạy, hệ thống định kỳ gửi gói tin này để cập nhật thông tin địa chỉ MAC của chúng.

Khi nhận được gói tin ARP gửi đến, hệ thống thực hiện các bước xử lý theo mô tả trong Hình 2.

Bước 5.1. Đầu tiên xác định xem gói tin nhận được có phải gửi cho đúng đích là hệ thống không, căn cứ vào trường địa chỉ giao thức thiết bị đích, so sánh có đúng là địa chỉ IP của hệ thống không. Trường hợp khác địa chỉ IP của hệ thống thì kết thúc, trường hợp gửi đúng thì hệ thống chuyển sang Bước 5.2.

Bước 5.2. Kiểm tra gói tin là yêu cầu ARP không, nếu đúng thì hệ thống gửi lại gói tin ARP phản hồi với các thông tin chính gồm: địa chỉ thiết bị gửi là địa chỉ MAC của hệ thống, địa chỉ giao thức thiết bị gửi là địa chỉ IP của hệ thống để cung cấp thông tin địa chỉ MAC của cổng biên dịch địa chỉ mạng tương ứng với IP được yêu cầu trong gói tin. Nếu không đúng, tức là gói tin là phản hồi ARP, hệ thống chuyển sang Bước 5.3.

Bước 5.3. Nếu gói tin là đáp ứng ARP thì hệ thống kiểm tra địa chỉ giao thức của thiết bị gửi có nằm trong danh sách địa chỉ IP hệ thống quản lý để biên dịch địa chỉ mạng không, nếu thuộc thì tiến hành cập nhật thông tin địa chỉ MAC (lấy từ trường địa chỉ thiết bị gửi) cho địa chỉ IP đầu xa tương ứng (lấy từ trường địa chỉ giao thức của thiết bị gửi). Nếu không thuộc danh sách địa chỉ IP hệ thống quản lý thì kết thúc.

Đầu ra của bước này là dữ liệu địa chỉ MAC cho các địa chỉ IP của các nút mạng trao đổi với hệ thống được cập nhật, đồng thời hệ thống thông tin địa chỉ MAC của mình cho các nút mạng tương tác.

Bước 6: xử lý gói tin nhận được để định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng.

Đầu vào của bước này là các gói tin nghiệp vụ sử dụng bộ giao thức TCP/UDP/SCTP gửi đến hệ thống của các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ trao đổi với nhau. Định dạng cấu trúc gói tin tại các lớp giao thức Ethernet, IP, TCP, UDP và SCTP được trình bày trong các hình 3, hình 4, hình 5, và hình 6.

Tại bước này, khi hệ thống nhận được các gói tin nghiệp vụ trao đổi giữa các ứng dụng miền công cộng và ứng dụng miền nội bộ sử dụng các giao thức TCP/UDP và SCTP, hệ thống thực hiện các nghiệp vụ để biên dịch địa chỉ mạng và định tuyến gói tin, cụ thể:

Khi nhận được gói tin từ ứng dụng miền công cộng gửi tới, để thực hiện nghiệp vụ biên dịch địa chỉ mạng và định tuyến đến nút nghiệp vụ miền nội bộ thì hệ thống thực hiện các chức năng:

- Cập nhật lại địa chỉ MAC tại tầng giao tiếp mạng, với địa chỉ MAC nguồn (trường Source) là địa chỉ MAC của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp trong miền nội bộ, địa chỉ MAC đích (trường Destination) là địa chỉ nút ứng dụng nội bộ cần định tuyến đến. Cấu trúc gói tin giao thức Ethernet tại tầng giao tiếp mạng được thể hiện trong hình 3.

- Cập nhật lại địa chỉ IP tại tầng mạng với địa chỉ IP (Destination Address) đích là địa chỉ IP nút ứng dụng nội bộ cần định tuyến đến.

- Giữ nguyên địa chỉ nguồn (Source Address) tại tầng mạng là IP của nút nguồn tại miền công cộng. Cấu trúc gói tin giao thức IPv4 tại tầng mạng thể hiện trong hình 4.

Khi nhận được gói tin từ miền nội bộ gửi tới, để thực hiện nghiệp vụ biên dịch địa chỉ mạng và định tuyến đến nút nghiệp vụ miền công cộng thì hệ thống thực hiện các chức năng:

- Với nghiệp vụ sử dụng giao thức TCP/UDP:
 - Cập nhật lại địa chỉ MAC tại tầng giao tiếp mạng, với địa chỉ MAC nguồn là địa chỉ MAC của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp trong miền công cộng, địa chỉ MAC đích là địa chỉ nút ứng dụng miền công cộng cần định tuyến đến.
 - Cập nhật lại địa chỉ IP nguồn tại tầng mạng là địa chỉ IP của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp với nút đích ở miền công cộng.
 - Giữ nguyên địa chỉ IP đích tại tầng mạng là IP của nút đích của miền công cộng.
 - Cấu trúc gói tin giao thức TCP và UDP thể hiện trong Hình 5 và Hình 6.
- Với nghiệp vụ sử dụng giao thức SCTP:
 - Cập nhật lại địa chỉ MAC tại tầng giao tiếp mạng và địa chỉ IP tại tầng mạng giống với nghiệp vụ sử dụng giao thức TCP/UDP khi nhận gói tin từ miền nội bộ.
 - Với gói tin khởi tạo liên kết của giao thức SCTP, trong gói tin này có thông tin về các địa chỉ IP của nút nội bộ để khởi tạo liên kết SCTP (lưu ở trường dữ liệu Chunk của gói tin), thường sẽ là cặp hai địa chỉ IP chạy theo cơ chế đường dẫn đa đường (Multi-homing) của liên kết SCTP, các thông tin địa chỉ IP của liên kết SCTP nằm ở tầng SCTP. Hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng sử dụng thuật toán KMP (Knuth–Morris–Pratt) để tìm kiếm các thông tin địa chỉ IP của nút ứng dụng miền nội bộ tại tầng SCTP và thay thế bằng các địa chỉ IP của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp với các ứng dụng trong miền công cộng.
 - Việc tìm kiếm trong thuật toán sẽ dừng lại khi tìm được chuỗi địa chỉ IP trùng khớp đầu tiên, việc này giúp cho thuật toán KPM sử dụng được tối ưu hơn. Không gian

tìm kiếm là độ dài chuỗi ký tự tại tầng SCTP của gói tin khởi tạo liên kết và số lượng địa chỉ cần tìm cho giao thức SCTP nằm trong giới hạn theo số lượng nút ứng dụng nội bộ giao tiếp với hệ thống mà sử dụng giao thức SCTP.

- Cấu trúc gói tin giao thức SCTP thể hiện trong Hình 7.

Bước 7: tính toán lại giá trị tổng kiểm (checksum) cho gói tin.

Tại bước này, hệ thống tính toán lại giá trị tổng kiểm cho các tầng giao thức mà có sự thay đổi trong nghiệp vụ biên dịch địa chỉ mạng, tại tầng giao vận, dữ liệu chỉ bị thay đổi với gói tin khởi tạo liên kết của giao thức SCTP, do vậy chỉ những gói tin này hệ thống mới tính toán lại giá trị tổng kiểm ở tầng SCTP, hệ thống tính toán lại giá trị tổng kiểm tại tầng SCTP này bằng cách đặt giá trị cho trường tổng kiểm tại tầng SCTP bằng 0, sau đó sử dụng thuật toán CRC32 để tính giá trị tổng kiểm tại tầng SCTP này, sau đó đặt giá trị được tính toán lại là giá trị tổng kiểm mới cho trường tổng kiểm tại tầng SCTP của gói tin.

Giá trị tổng kiểm là trường dữ liệu có từ tầng mạng trong các giao thức TCP/UDP và SCTP, hệ thống thực hiện tính toán lại giá trị tổng kiểm tại các tầng của giao thức nghiệp vụ trong gói tin đã được thay đổi địa chỉ IP trong bước 6. Cụ thể:

Tại tầng mạng, sau khi cập nhật địa chỉ IP cho gói tin, hệ thống tính toán lại giá trị tổng kiểm của tầng mạng này bằng cách đặt giá trị cho trường tổng kiểm tại tầng mạng bằng 0, sau đó việc tính giá trị tổng kiểm này thực hiện qua các bước:

- Các khối dữ liệu tầng mạng thành các khối 16-bit, nếu độ dài không chia hết cho 16-bit thì thêm một byte 0 vào cuối để tạo thành khối 16-bit.
- Cộng các khối 16-bit lại với nhau, nếu kết quả là số lớn hơn 16-bit thì cộng thêm phần dư vào kết quả.
- Lấy phần đảo ngược của kết quả bằng cách thực hiện phép đảo bit thì ta được kết quả giá trị tổng kiểm.

Bước 8: thực hiện gửi gói tin đến nút đích.

Tại bước này, sau khi thực hiện các nghiệp vụ để cập nhật lại các địa chỉ MAC, địa chỉ IP tại các tầng của giao thức mạng cho gói tin, hệ thống thực hiện gửi gói tin này đến địa chỉ đích của nó là ứng dụng thuộc miền nội bộ hay miền công cộng tương ứng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Hệ thống công biên dịch địa chỉ mạng hiện tại đang được triển khai cho hệ thống 5G Core do Viettel tự phát triển.

Ngoài ra, do cơ chế định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng tập trung này rất cần thiết trong mô hình hoạt động của các hệ thống phần mềm viễn thông, nên hệ thống này cho phép triển khai cho nhiều phần mềm nút mạng viễn thông để giúp cho việc đơn giản hóa trong công tác vận hành, cũng như dễ dàng thực hiện các giải pháp để mở rộng và thay đổi quy mô xử lý của hệ thống trong việc thay đổi, bổ sung các thành phần nút mạng sự lý.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Phương pháp định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng đạt được những hiệu quả sau:

Cung cấp cổng giao tiếp tập trung giữa các ứng dụng miền công cộng với miền nội bộ, diễn hình như các nút mạng của hệ thống viễn thông, việc có được một cổng giao tiếp tập trung giúp cho việc khai báo kết nối giữa các thành phần nút mạng được ổn định, đơn giản theo địa chỉ IP tập trung.

Giúp các ứng dụng phần mềm dễ dàng thực hiện các giải pháp để mở rộng và thay đổi quy mô xử lý của hệ thống trong việc thay đổi, bổ sung các thành phần nút mạng sự lý.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng bao gồm:

bước 1: sử dụng nền tảng DPDK để quản lý và xử lý hiệu quả các tài nguyên; tại bước này, các tài nguyên được đề cập bao gồm khai báo để gán các lõi CPU sử dụng để chạy các luồng xử lý của hệ thống, gồm các luồng xử lý nhận gói tin, các luồng xử lý gói tin, các luồng gửi gói tin; quản lý các bộ nhớ hàng đợi dùng để lưu trữ các gói tin để cung cấp cho các luồng xử lý tương ứng; quản lý nhóm bộ nhớ để cấp phát tài nguyên bộ nhớ lưu trữ các gói tin; cung cấp các thư viện giúp nhận và gửi gói tin xuống các mạng, các thư viện giúp đọc, xử lý các thành phần trong cấu trúc gói tin; theo đó, nền tảng DPDK được sử dụng để quản lý và xử lý các tài nguyên nêu trên; (nền tảng DPDK là một dự án phần mềm mã nguồn mở, nó bao gồm các thư viện để tăng tốc khối lượng công việc xử lý gói tin và chạy trên nhiều kiến trúc bộ xử lý CPU), đầu ra của bước này là các luồng để xử lý các gói tin nhận được từ các mạng, các luồng xử lý nghiệp vụ biên dịch và định tuyến cho gói tin, các luồng gửi gói tin ra các mạng để gửi đến nút nghiệp vụ đích;

bước 2: khai báo thông tin cho các địa chỉ IP của hệ thống công biên dịch địa chỉ mạng để giao tiếp với các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ; đầu vào của bước này là thông tin địa chỉ các mạng của hệ thống để hệ thống thiết lập các địa chỉ IP tương tác với các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ; tại bước này, tiến hành khai báo thông tin địa chỉ IP cho công biên dịch địa chỉ mạng tại miền công cộng và miền nội bộ; thông tin khai báo trên mỗi miền như sau: thông tin các địa chỉ MAC, thực hiện khai báo nhiều địa chỉ MAC nếu muốn chạy các mạng theo cơ chế bond; hệ thống cho phép khai báo nhiều địa chỉ IP cho một các mạng, mỗi địa chỉ IP khai báo thì bao gồm các thông tin liên quan sau:

- Địa chỉ IP;
- Thông tin mặt nạ mạng con của địa chỉ IP;
- Thông tin cổng mạng mặc định của địa chỉ IP;

kết thúc bước này, hệ thống có được các thông tin cấu hình để thiết lập các địa chỉ IP tương tác với các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ;

bước 3: khai báo bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng, đầu vào của bước này là các thông tin cấu hình để thiết lập các địa chỉ IP giúp hệ thống xử lý nghiệp vụ định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng cho các gói tin trao đổi giữa các ứng

dụng miền công cộng với các ứng dụng miền nội bộ; chi tiết các thông tin được liệt kê trong bảng cấu hình bao gồm các trường: Địa chỉ IP miền công cộng: để khai báo các địa chỉ IP của các ứng dụng trong miền công cộng của hệ thống giao tiếp với hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng; địa chỉ IP của cổng biên dịch địa chỉ mạng miền công cộng: đây là địa chỉ IP được thiết lập tại cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp với các ứng dụng trong miền công cộng; số cổng để định tuyến: đây là thông tin số cổng giúp cho việc định tuyến gói tin, khi gói tin được nhận từ ứng dụng miền công cộng gửi đến cổng biên dịch với số cổng đích của cổng biên dịch là trường thông tin liên quan để xử lý cho trường số cổng này, khi cổng biên dịch nhận gói tin từ ứng dụng nội bộ, trường thông tin số cổng nguồn của gói tin sẽ là trường thông tin liên quan để xử lý cho trường số cổng này; có các cơ chế luật định tuyến với số cổng được khai báo theo các quy tắc sau:

- khai báo là 0 nếu định tuyến cho tất cả các số cổng;
- khai báo theo dải số cổng, ví dụ: 22,80,1000:9999;
- khai báo cụ thể số cổng cần định tuyến;

địa chỉ IP miền nội bộ khi nhận gói tin: đây là địa chỉ IP sẽ nhận gói tin được định tuyến từ cổng biên dịch địa chỉ mạng gửi đến; địa chỉ IP miền nội bộ khi gửi gói tin: đây là địa chỉ IP mà ứng dụng miền nội bộ gửi đến cổng biên dịch địa chỉ mạng để gửi ra miền công cộng; ở đây hệ thống cho phép cơ chế các ứng dụng tại miền nội bộ khi nhận gói tin là một địa chỉ IP, nhưng khi gửi đi có thể là một địa chỉ IP khác, việc này giúp cho việc mở rộng năng lực hệ thống dễ dàng hơn và có nhiều phương án hơn; giao thức gói tin sử dụng: ở đây cho phép khai báo sử dụng cho các giao thức TCP/UDP/SCTP; với bảng định tuyến trên, hệ thống cho phép tiến hành cập nhật, bổ sung dữ liệu cho bảng định tuyến theo yêu cầu điều chỉnh, mở rộng của các hệ thống ứng dụng, với tương tác cập nhật theo thời gian thực;

bước 4: cập nhật bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng khi cần thay đổi, bổ sung, mở rộng năng lực của các ứng dụng; tại bước này, hệ thống cung cấp kết nối qua giao thức telnet, cho phép thực hiện lệnh telnet để kết nối vào hệ thống, sau đó thực hiện các lệnh để cập nhật bảng thông tin cấu hình định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng. Hệ thống cho phép thực hiện các lệnh sau: thêm mới một cấu hình định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng, khi cần bổ sung thêm một định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng mới như: thêm mới nút xử lý nội bộ, thêm mới nút xử lý công cộng cần tương tác; các thông tin đầu vào để thêm mới bao gồm các thông tin trong bảng cấu hình thông tin định

tuyến và biên dịch địa chỉ mạng (tại bước 3); xóa bỏ một cấu hình, khi cần xóa bỏ một cấu hình, thì cần truyền vào đủ các thông tin của một cấu hình như trong bảng định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng (tại bước 3); khi cần sửa đổi một cấu hình thì thực hiện hai bước, đầu tiên là xóa cấu hình cần sửa đổi, sau đó thêm mới một cấu hình theo yêu cầu; kết thúc bước này, dữ liệu bảng cấu hình thông tin định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng được cập nhật theo yêu cầu cập nhật nghiệp vụ định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng của các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ;

bước 5: xác định địa chỉ MAC cho các địa chỉ IP khi thực hiện biên dịch địa chỉ mạng; để hệ thống gửi được gói tin đi đến đúng đích thì yêu cầu phải có được thông tin địa chỉ MAC của đích cần gửi, khi bắt đầu chạy chương trình hệ thống căn cứ vào các địa chỉ IP của các ứng dụng miền công cộng, miền nội bộ và địa chỉ IP của các cổng mạng mặc định của các mạng tại mỗi miền; hệ thống sẽ gửi các gói tin ARP loại bản tin là yêu cầu cho các địa chỉ IP này để lấy thông tin địa chỉ MAC của chúng; trong quá trình chạy, hệ thống định kỳ gửi gói tin ARP loại bản tin là yêu cầu đến các địa chỉ IP theo danh sách này để cập nhật thông tin địa chỉ MAC của chúng; khi nhận được gói tin ARP gửi đến, hệ thống kiểm tra: nếu là gói tin ARP là ARP loại bản tin yêu cầu, tức là các nút mạng tương tác đầu xa muốn lấy thông tin địa chỉ MAC của cổng biên dịch địa chỉ mạng theo IP tương tác của các mạng tương ứng, thì hệ thống gửi lại gói tin ARP phản hồi cho nút mạng đầu xa yêu cầu để cung cấp thông tin địa chỉ MAC của cổng biên dịch địa chỉ mạng tương ứng với IP được yêu cầu trong gói tin; nếu gói tin là ARP với loại bản tin là phản hồi cho gói tin ARP loại bản tin là yêu cầu trước đó của hệ thống từ nút mạng đầu xa để cung cấp cho thông tin địa chỉ MAC tương ứng, thì hệ thống cập nhật thông tin địa chỉ MAC cho địa chỉ IP đầu xa tương ứng; đầu ra của bước này là dữ liệu địa chỉ MAC cho các địa chỉ IP của các nút mạng trao đổi với hệ thống được cập nhật;

bước 6: xử lý gói tin nhận được để định tuyến và biên dịch địa chỉ mạng; đầu vào của bước này là các gói tin nghiệp vụ sử dụng bộ giao thức TCP/UDP/SCTP gửi đến hệ thống của các ứng dụng miền công cộng và miền nội bộ trao đổi với nhau; tại bước này, khi hệ thống nhận được các gói tin nghiệp vụ trao đổi giữa các ứng dụng miền công cộng và ứng dụng miền nội bộ sử dụng các giao thức TCP/UDP và SCTP, hệ thống thực hiện các nghiệp vụ để biên dịch địa chỉ mạng và định tuyến gói tin, cụ thể: khi nhận được gói tin từ ứng dụng miền công cộng gửi tới, để thực hiện nghiệp vụ biên dịch địa chỉ mạng và định tuyến đến nút nghiệp vụ miền nội bộ thì hệ thống thực hiện các chức năng: cập nhật lại địa chỉ

mac tại tầng giao tiếp mạng, với địa chỉ mac nguồn là địa chỉ mac của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp trong miền nội bộ, địa chỉ mac đích là địa chỉ nút ứng dụng nội bộ cần định tuyến đến; cập nhật lại địa chỉ ip tại tầng mạng với địa chỉ ip đích là địa chỉ ip nút ứng dụng nội bộ cần định tuyến đến; giữ nguyên địa chỉ nguyên địa n định tuyến đến; maút nguồn tại miền công cộng; khi nhận được gói tin từ miền nội bộ gửi tới, để thực hiện nghiệp vụ biên dịch địa chỉ mạng và định tuyến đến nút nghiệp vụ miền công cộng thì hệ thống thực hiện các chức năng:

- Với nghiệp vụ sử dụng giao thức TCP/UDP:
 - cập nhật lại địa chỉ MAC tại tầng giao tiếp mạng, với địa chỉ MAC nguồn là địa chỉ MAC của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp trong miền công cộng, địa chỉ MAC đích là địa chỉ nút ứng dụng miền công cộng cần định tuyến đến;
 - cập nhật lại địa chỉ IP nguồn tại tầng mạng là địa chỉ IP của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp với nút đích ở miền công cộng;
 - giữ nguyên địa chỉ IP đích tại tầng mạng là IP của nút đích của miền công cộng;
- với nghiệp vụ sử dụng giao thức SCTP:
 - cập nhật lại địa chỉ MAC tại tầng giao tiếp mạng và địa chỉ IP tại tầng mạng giống với nghiệp vụ sử dụng giao thức TCP/UDP khi nhận gói tin từ miền nội bộ;
 - với gói tin khởi tạo liên kết của giao thức SCTP, trong gói tin này có thông tin về các địa chỉ IP của nút nội bộ để khởi tạo liên kết SCTP, thường sẽ là cặp hai địa chỉ IP chạy theo cơ chế đường dẫn đa đường (multi-homing) của liên kết SCTP, các thông tin địa chỉ IP của liên kết SCTP nằm ở tầng SCTP; hệ thống cổng biên dịch địa chỉ mạng sử dụng thuật toán KMP (knuth–morris–pratt) để tìm kiếm các thông tin địa chỉ IP của nút ứng dụng miền nội bộ tại tầng SCTP và thay thế bằng các địa chỉ IP của cổng biên dịch địa chỉ mạng giao tiếp với các ứng dụng trong miền công cộng;
 - việc tìm kiếm trong thuật toán sẽ dừng lại khi tìm được chuỗi địa chỉ IP trùng khớp đầu tiên, việc này giúp cho thuật toán KPM sử dụng được tối ưu hơn; không gian tìm kiếm là độ dài chuỗi ký tự tại tầng SCTP của gói tin khởi tạo liên kết và số lượng địa chỉ cần tìm cho giao thức SCTP nằm trong giới hạn theo số lượng nút ứng dụng nội bộ giao tiếp với hệ thống mà sử dụng giao thức SCTP;

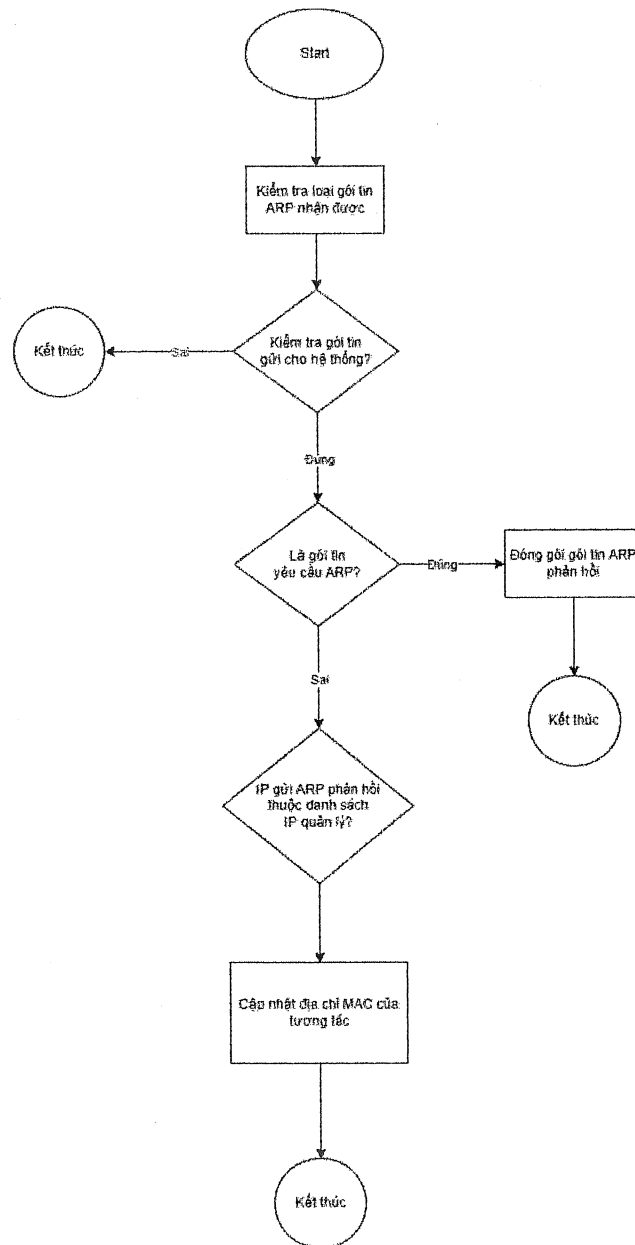
bước 7: tính toán lại giá trị tổng kiểm (checksum) cho gói tin; tại bước này, giá trị tổng kiểm là trường dữ liệu có từ tầng mạng trong các giao thức TCP/UDP và SCTP, hệ thống thực hiện tính toán lại giá trị tổng kiểm tại các tầng của giao thức nghiệp vụ trong

gói tin đã được thay đổi địa chỉ IP trong bước 6; cụ thể: tại tầng mạng, sau khi cập nhật địa chỉ IP cho gói tin, hệ thống tính toán lại giá trị tổng kiểm của tầng mạng này bằng cách đặt giá trị cho trường tổng kiểm tại tầng mạng bằng 0, sau đó gọi hàm trong thư viện DPDK hỗ trợ cho việc tính giá trị tổng kiểm cho khối dữ liệu tại tầng mạng, sau đó đặt giá trị được tính toán lại này là giá trị tổng kiểm mới cho trường tổng kiểm tại tầng mạng của gói tin; tại tầng giao vận, với gói tin khởi tạo liên kết của giao thức SCTP, sau khi cập nhật các địa chỉ IP cho liên kết tại tầng SCTP, hệ thống tính toán lại giá trị tổng kiểm tại tầng SCTP này bằng cách đặt giá trị cho trường tổng kiểm tại tầng SCTP bằng 0, sau đó sử dụng thuật toán CRC32 để tính giá trị tổng kiểm tại tầng SCTP này, sau đó đặt giá trị được tính toán lại là giá trị tổng kiểm mới cho trường tổng kiểm tại tầng SCTP của gói tin;

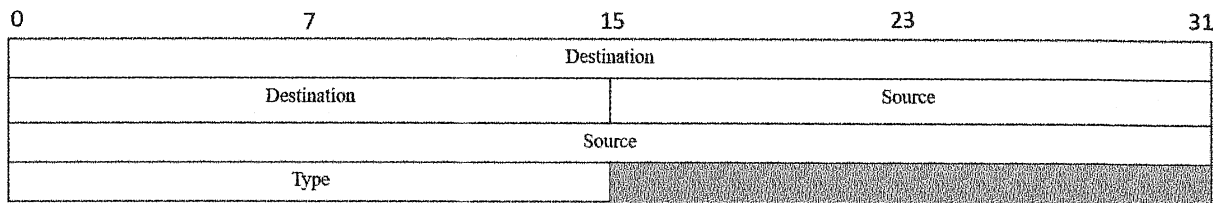
bước 8: thực hiện gửi gói tin đến nút đích; tại bước này, sau khi thực hiện các nghiệp vụ để cập nhật lại các địa chỉ MAC, địa chỉ IP tại các tầng của giao thức mạng cho gói tin, hệ thống thực hiện gửi gói tin này đến địa chỉ đích của nó là ứng dụng thuộc miền nội bộ hay miền công cộng tương ứng.

0	7	15	23	31
Hardware Type		Protocol Type		
Hardware Address Length	Protocol Address Length		Operation Code	
Sender Hardware Address				
Sender Hardware Address		Sender Protocol Address		
Sender Protocol Address		Target Hardware Address		
Target Hardware Address				
Target Protocol Address				

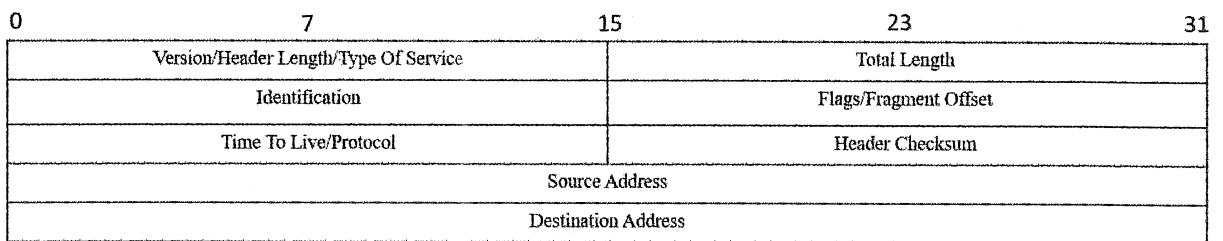
Hình 1.



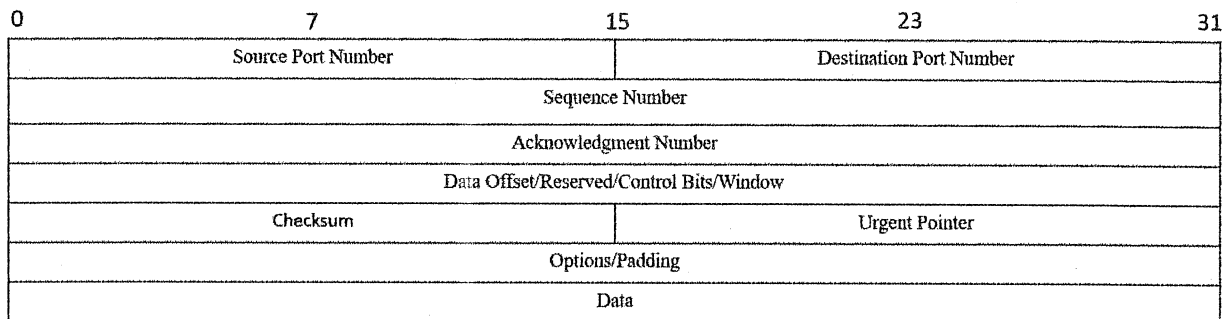
Hình 2.



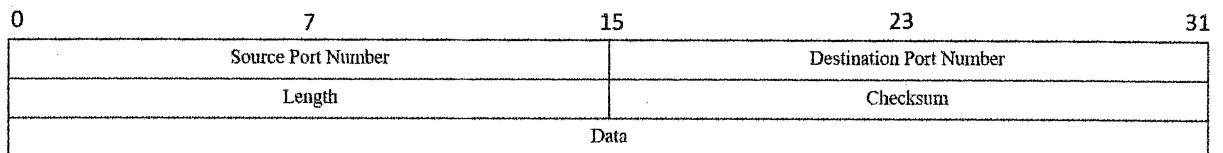
Hình 3.



Hình 4.



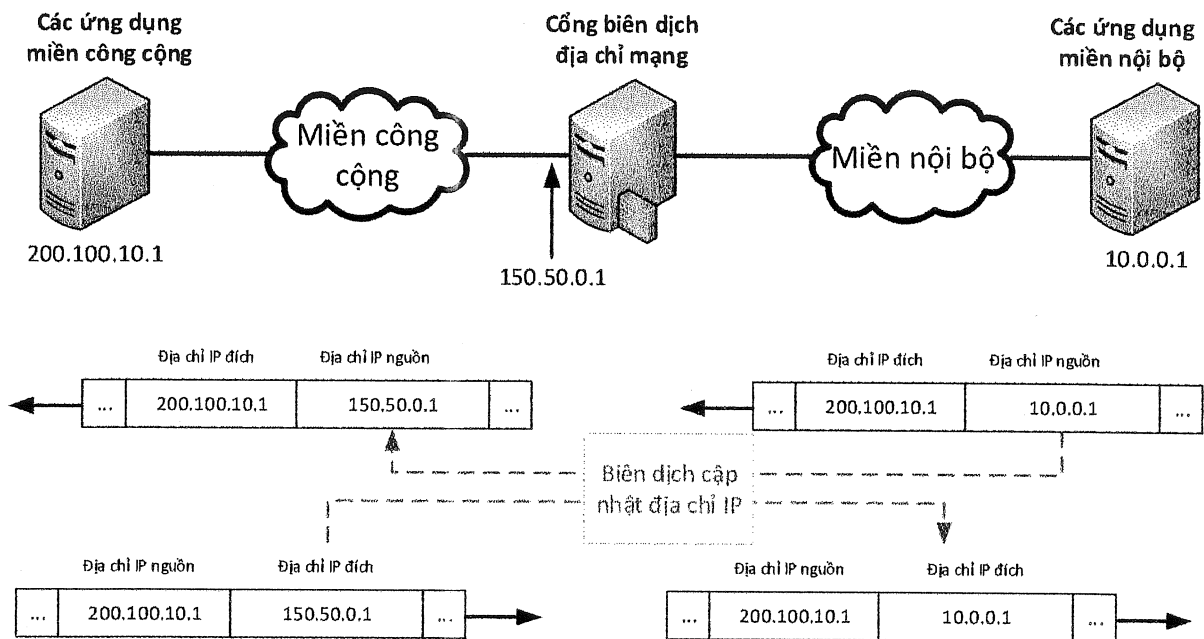
Hình 5.



Hình 6.

0	7	15	23	31
Source Port Number		Destination Port Number		
Verification Tag				
Checksum				
Chunk Type	Chunk Flags		Chunk Length	
Chunk Value				
...				
Chunk Type	Chunk Flags		Chunk Length	
Chunk Value				

Hình 7.



Hình 8.