

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
KHOA MẠNG MÁY TÍNH VÀ TRUYỀN THÔNG
---o0o---



BÁO CÁO ĐỒ ÁN
MÔN: AN TOÀN MẠNG KHÔNG DÂY VÀ DI ĐỘNG

***ĐỀ TÀI: PHÁT TRIỂN WI-FI AP DỰA TRÊN SDN SỬ
DỤNG OPENWRT VÀ RASPBERRY PI 3***

Giáo viên hướng dẫn: Lê Đức Thịnh Nhóm
sinh viên thực hiện: Nhóm 4

Họ và tên	MSSV
Nguyễn Văn Tài	19522153
Nguyễn Trọng Tâm	19522164

LỜI CẢM ƠN

Cảm ơn thầy Lê Đức Thịnh đã truyền đạt cho chúng em các kiến thức liên quan tới An toàn mạng không dây và di động, thông qua đó chúng em có thêm nhiều hiểu biết, kiến thức về mạng an toàn mạng không dây và thực hiện đồ án này.

Chúng em xin chân thành cảm ơn.

Thành viên nhóm 4

Nguyễn Văn Tài

Nguyễn Trọng Tâm

LỜI CAM ĐOAN

Nhóm 4 chúng em xin cam đoan với thầy project này là nhóm nghiên cứu, tìm hiểu và thực hiện dựa trên tài liệu tham khảo được thầy cung cấp.

Tác giả báo cáo

Nguyễn Văn Tài

Nguyễn Trọng Tâm

Nhóm 4

TÓM TẮT

Thông qua đề tài Phát triển Wifi AP dựa trên SDN sử dụng OpenWrt và Raspberry Pi 3, chúng em sẽ cung cấp cho người đọc báo cáo kiến thức về việc sử dụng các công cụ và ứng dụng trên để cải thiện chất lượng Internet, hỗ trợ tốt hơn cho công việc.

MỤC LỤC

MỤC LỤC	5
A. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	6
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ SDN	6
1. Khái niệm về SDN.....	6
2. Kiến trúc mạng SDN.....	7
3. Nguyên lí hoạt động mạng SDN	8
4. Ưu nhược điểm của mạng SDN	9
4.1 Ưu điểm	9
4.2 Nhược điểm	10
5. Kết luận.....	11
CHƯƠNG II. GIAO THỨC OPENFLOW	12
1. Khái niệm về OpenFlow.....	12
2. Kiến trúc liên quan OpenFlow.....	12
3. OpenFlow Secure Channel	13
4. OpenFlow Switch	14
5. Kết luận.....	17
B. THỰC NGHIỆM BÀI BÁO	18
CHƯƠNG III. THỰC NGHIỆM	18
1. Thiết bị và phần mềm	18
2. Hình ảnh thực nghiệm	19
KẾT LUẬN	21
TÀI LIỆU THAM KHẢO	22

A. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

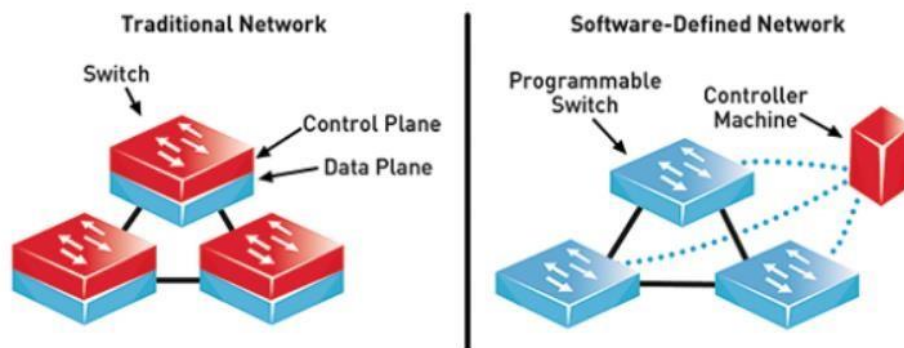
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ SDN

1. Khái niệm về SDN

Software-Defined Networking (SDN) là một kiến trúc nhằm mục đích làm cho các mạng trở nên linh hoạt hơn, mục tiêu của Software-Defined Networking (SDN) là cho phép các kỹ sư và người quản trị cloud và mạng nhanh chóng đáp ứng các yêu cầu kinh doanh thay đổi thông qua một bộ điều khiển tập trung.

Trong SDN, kỹ sư hoặc quản trị viên mạng có thể định hình lưu lượng truy cập từ bộ điều khiển tập trung mà không phải thiết lập trên từng thiết bị riêng lẻ trong mạng. Bộ điều khiển SDN tập trung quản lý các thiết bị cung cấp các dịch vụ mạng bất cứ khi nào chúng cần, bất kể các loại kết nối nào giữa server và thiết bị. Quá trình này là một bước đi từ kiến trúc mạng truyền thống, trong đó các thiết bị mạng riêng lẻ đưa ra quyết định lưu lượng dựa trên các bảng định tuyến được định cấu hình của chúng.

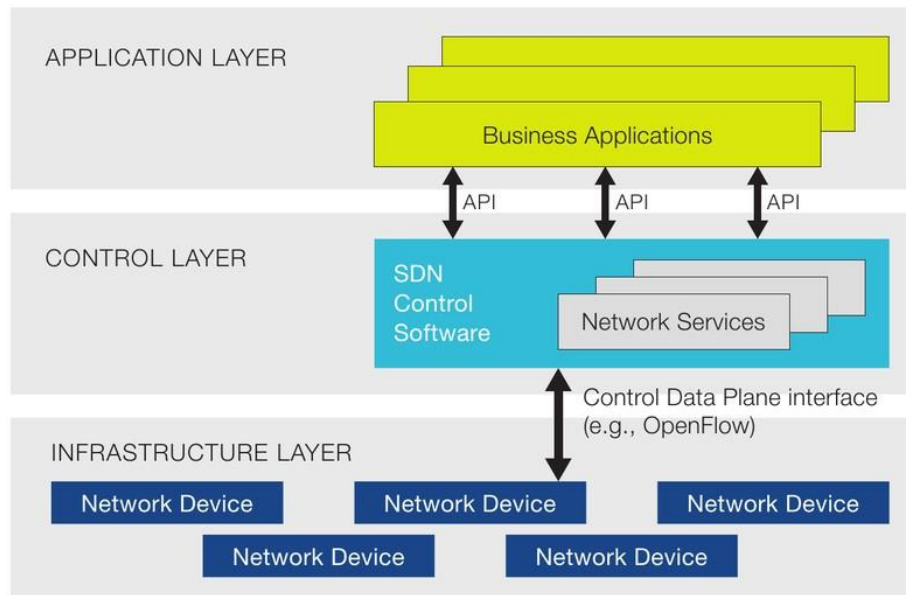
SDN bao gồm nhiều loại công nghệ mạng được thiết kế để giúp mạng trở nên linh hoạt hơn để hỗ trợ ảo hóa và cơ sở hạ tầng lưu trữ của trung tâm dữ liệu hiện đại.



Hình ảnh so sánh giữa mạng truyền thống và mạng được thiết lập bằng phần mềm (Softwaredefined Network)

2. Kiến trúc mạng SDN

Kiến trúc của SDN gồm 3 lớp riêng biệt: Lớp ứng dụng, Lớp điều khiển, Lớp cơ sở hạ tầng (Lớp chuyển tiếp).



Hình ảnh Kiến trúc của SDN

Lớp ứng dụng: Là các ứng dụng kinh doanh được triển khai trên mạng, được kết nối tới lớp điều khiển thông qua các API, cung cấp khả năng cho phép lớp ứng dụng lập trình lại (cấu hình lại) mạng (điều chỉnh các tham số trễ, băng thông, định tuyến, ...) thông qua lớp điều khiển.

Lớp điều khiển: Là nơi tập trung các bộ điều khiển thực hiện việc điều khiển cấu hình mạng theo các yêu cầu từ lớp ứng dụng và khả năng của mạng. Các bộ điều khiển này có thể là các phần mềm được lập trình.

Lớp cơ sở hạ tầng: Là các thiết bị mạng thực tế (vật lý hay ảo hóa) thực hiện việc chuyển tiếp gói tin theo sự điều khiển của lớp điều khiển. Một thiết bị mạng có thể hoạt động theo sự điều khiển của nhiều bộ điều khiển khác nhau, điều này giúp tăng cường khả năng ảo hóa của mạng.

Ba lớp này giao tiếp bằng cách sử dụng các giao diện lập trình (API) bắc và nam tương ứng.

3. Nguyên lí hoạt động mạng SDN

Các nhà cung cấp SDN cung cấp nhiều lựa chọn kiến trúc cạnh tranh, nhưng đơn giản nhất, SDN tách riêng các control plane phân tán (distributed) từ các forwarding plane và đưa (offload) các chức năng của control plane vào trong control plane tập trung (centralized). Control plane và forwarding plane là 2 dạng tiến trình mà các thiết bị mạng đều thực hiện. Có một số phiên bản của SDN nhưng tất cả các giải pháp SDN đều bao gồm ba lớp: lớp ứng dụng, lớp điều khiển và lớp cơ sở hạ tầng.

Lớp ứng dụng chứa các ứng dụng hoặc chức năng mạng điển hình mà các tổ chức sử dụng, có thể bao gồm các hệ thống phát hiện xâm nhập, cân bằng tải hoặc tường lửa. Trong một mạng truyền thống sẽ sử dụng các thiết bị chuyên dụng, như tường lửa hoặc cân bằng tải, SDN sẽ thay thế thiết bị đó bằng một ứng dụng sử dụng bộ điều khiển để quản lý “hành vi” của data plane.

Lớp điều khiển đại diện cho phần mềm điều khiển SDN tập trung hoạt động như bộ não của SDN. Bộ điều khiển này nằm trên một máy chủ và quản lý các chính sách và luồng lưu lượng trên toàn mạng.

- APIs Nam: SDN sử dụng API nam để chuyển thông tin đến các thiết bị Router và Switch “bên dưới”. Một số người thường nghĩ OpenFlow là đồng nghĩa với SDN, nhưng nó chỉ là một yếu tố duy nhất trong kiến trúc SDN tổng thể. OpenFlow là một tiêu chuẩn mở cho giao thức truyền thông cho phép control plane tương tác với forwarding plane. Cần lưu ý rằng OpenFlow không phải là giao thức duy nhất có sẵn hoặc đang được phát triển cho SDN.

- APIs Bắc: SDN sử dụng API bắc để giao tiếp với các ứng dụng “ở phía trên” về mặt logic. Các điều này giúp quản trị viên mạng quản lý được lưu lượng truy cập và triển khai các dịch vụ nhanh chóng.

Lớp cơ sở hạ tầng được tạo thành từ các thiết bị vật lý trong mạng.

4. Ưu nhược điểm của mạng SDN

4.1 Ưu điểm

Với kiến trúc mạng SDN ta có thể quản lý mạng một cách đơn giản và hiệu quả hơn, tính bảo mật cao, tính linh hoạt cao, chi phí thấp.

SDN cung cấp một mạng tập trung, có thể lập trình, có thể cung cấp hệ thống mạng linh động để giải quyết các nhu cầu thay đổi của các doanh nghiệp. Với SDN, quản trị viên có thể thay đổi bất kỳ quy tắc chuyển đổi mạng nào khi cần thiết, cô lập hoặc thậm chí chặn các loại gói cụ thể với mức độ kiểm soát và bảo mật cụ thể. Điều này đặc biệt hữu ích trong kiến trúc có nhiều nhà cung cấp cloud, bởi vì nó cho phép người quản trị quản lý lưu lượng một cách linh hoạt và hiệu quả hơn. Về cơ bản, điều này cho phép quản trị viên sử dụng các thiết bị mạng ít tốn kém hơn và có quyền kiểm soát lưu lượng mạng nhiều hơn. Nó cũng cung cấp các lợi ích kỹ thuật và kinh doanh:

- + Thiết lập trực tiếp: Chính sách mạng SDN được thiết lập trực tiếp vì các chức năng điều khiển được tách rời khỏi các chức năng chuyển tiếp, cho phép mạng được cấu hình theo chương trình bởi các công cụ tự động hóa nguồn mở hoặc độc quyền, bao gồm OpenStack, Puppet và Chef.

- + Quản lý tập trung: Mạng thông minh được tập trung một cách logic trong phần mềm điều khiển SDN duy trì chế độ xem toàn hệ thống của mạng, như một ứng dụng.
- + Giảm CapEx: SDN có khả năng hạn chế nhu cầu mua phần cứng mạng, dựa trên ASIC và thay vào đó hỗ trợ các mô hình trả tiền khi cần phát triển
- + Giảm OpEX: SDN cho phép kiểm soát thuật toán mạng của các thành phần mạng (như Router/Switch/Hardware) giúp cho việc thiết kế, triển khai, quản lý và mở rộng mạng dễ dàng hơn. Khả năng tự động hóa, tối ưu hóa việc cung cấp và điều phối tính khả dụng và độ tin cậy của dịch vụ bằng cách giảm thời gian quản lý chung và các lỗi do yếu tố con người.
- + Cung cấp sự linh hoạt: SDN giúp các tổ chức triển khai nhanh chóng các ứng dụng, dịch vụ và cơ sở hạ tầng mới để nhanh chóng đáp ứng các mục tiêu kinh doanh thay đổi.
- + Kích hoạt Đổi mới: SDN cho phép các tổ chức tạo các loại ứng dụng, dịch vụ và mô hình kinh doanh mới có thể cung cấp luồng doanh thu mới và nhiều giá trị hơn từ mạng.

4.2 Nhược điểm

Bảo mật là cả quyền lợi và mối quan tâm với công nghệ SDN. Bộ điều khiển trung tâm của SDN sử dụng có một điểm yếu duy nhất, nếu bị kẻ tấn công nhắm mục tiêu, có thể gây tê liệt cho toàn bộ hệ thống mạng.

Khi tin tặc tấn công vào bộ điều khiển thành công thì chúng dễ dàng kiểm soát được toàn bộ hệ thống mạng, quá trình triển khai phải trải qua nhiều công đoạn và chưa hỗ trợ tốt việc triển khai mạng toàn cầu.

5. Kết luận

Với xu hướng người dùng di động, ảo hóa máy chủ và các dịch vụ ngày càng tăng dẫn đến kiến trúc mạng thông thường ngày nay không thể đáp ứng xử lý kịp. Mạng SDN cho chúng ta một cái nhìn mới, khái niệm mới về một kiến trúc mạng năng động, dễ thích nghi, mở rộng và đáp ứng các dịch vụ phong phú. Với việc tách phần điều khiển và dữ liệu, kiến trúc mạng SDN cho phép mạng có thể lập trình và quản lý một cách dễ dàng hơn. SDN hứa hẹn sẽ chuyển đổi mạng lưới tĩnh ngày nay trở nên linh hoạt hơn với nền tảng có thể lập trình với sự thông minh để có thể tự động xử lý các hành vi một cách tự động. Với nhiều lợi thế của mình và động lực phát triển cao SDN đang trên đường để trở thành một tiêu chuẩn mới cho các mạng.

CHƯƠNG II. GIAO THỨC OPENFLOW

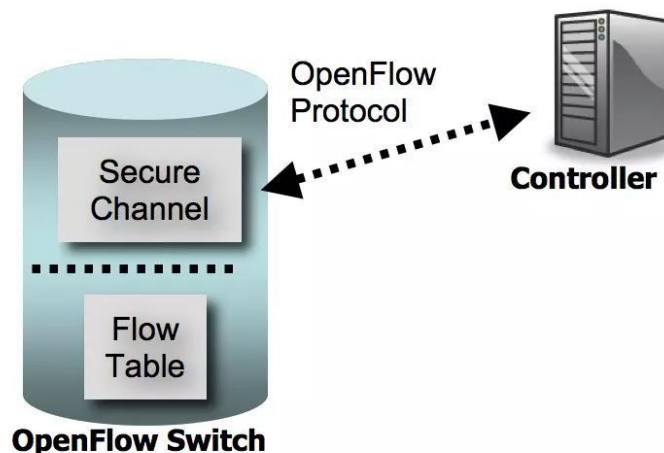
1. Khái niệm về OpenFlow

OpenFlow là tiêu chuẩn đầu tiên, cung cấp khả năng truyền thông giữa các giao diện của lớp điều khiển và lớp chuyển tiếp trong kiến trúc SDN. OpenFlow cho phép truy cập trực tiếp và điều khiển mặt phẳng chuyển tiếp của các thiết bị mạng như switch và router, cả thiết bị vật lý và thiết bị ảo, do đó giúp di chuyển phần điều khiển mạng ra khỏi các thiết bị chuyển mạch thực tế tới phần mềm điều khiển trung tâm. Các quyết định về các luồng traffic sẽ được quyết định tập trung tại OpenFlow Controller giúp đơn giản trong việc quản trị cấu hình trong toàn hệ thống.

Nó cho phép chúng ta dễ dàng triển khai các giao thức chuyển mạch và định tuyến trong mạng, cung cấp cho chúng ta một phương thức quản lý mạng hiệu quả và bảo mật cao.

2. Kiến trúc liên quan OpenFlow

Một thiết bị OpenFlow bao gồm ít nhất 3 thành phần: Secure Channel, OpenFlow Protocol, Flow Table.



Secure Channel: kênh kết nối thiết bị tới bộ điều khiển (controller), cho phép các lệnh và các gói tin được gửi giữa bộ điều khiển và thiết bị.

OpenFlow Protocol: giao thức cung cấp phương thức tiêu chuẩn và mở cho một bộ điều khiển truyền thông với thiết bị.

Flow Table: một liên kết hành động với mỗi luồng, giúp thiết bị xử lý các luồng thế nào.

3. OpenFlow Secure Channel

Một kênh bảo mật được thiết lập giữa bộ điều khiển và OpenFlow switch. Thông qua kênh này, bộ điều khiển sẽ điều khiển và quản lý switch, đồng thời nhận phản hồi từ switch.

Các tin nhắn được trao đổi qua kênh bảo mật OpenFlow phải tuân theo định dạng được chỉ định bởi giao thức OpenFlow. Kênh bảo mật OpenFlow thường được mã hóa bằng Transport Layer Security (TLS), nhưng có thể chạy trực tiếp qua TCP ở dạng văn bản thuần túy trong OpenFlow 1.1 và các phiên bản mới hơn. Các thông báo OpenFlow sau đây được truyền qua kênh:

- Thông báo từ bộ điều khiển đến switch: được bộ điều khiển gửi đến công tắc OpenFlow để quản lý hoặc lấy trạng thái công tắc OpenFlow.
- Thông báo không đồng bộ: được gửi bởi công tắc OpenFlow tới bộ điều khiển để cập nhật các sự kiện mạng hoặc thay đổi trạng thái cho bộ điều khiển.
- Thông báo đối xứng: được gửi mà không cần yêu cầu bởi công tắc OpenFlow hoặc bộ điều khiển. Nó chủ yếu được sử dụng để thiết lập kết nối và phát hiện xem người ngang hàng có trực tuyến hay không.

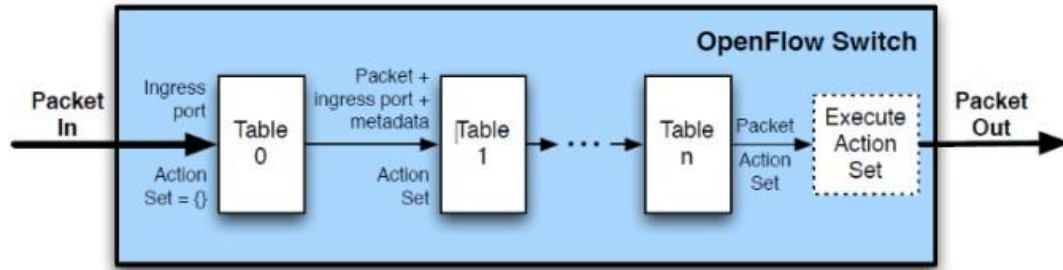
4. OpenFlow Switch

Openflow switch là một thiết bị chuyển mạch thuộc lớp data plane trong kiến trúc SDN. Được phát hành bởi tổ chức ONF. Hiện nay Openflow switch đã được sử dụng bởi nhiều hãng trong các sản phẩm của mình như Nokia, Cisco, Huawei, NEC... Openflow Switch được giám sát, quản lý bởi SDN controller thông qua giao thức Openflow.

Trong mỗi Openflow switch sẽ chứa một hoặc nhiều bảng flow table. Trong mỗi bảng flow table này sẽ chứa một tập các flow entry. Các flow entry này được thêm, sửa đổi hoặc loại bỏ đi bởi SDN controller. Mỗi flow entry sẽ bao gồm các thành phần sau:

- + Match fields: Bao gồm các thông tin về packet header và ingress port dùng để so khớp các gói tin, khi một gói tin match với một flow entry thì gói tin đó sẽ được xử lý bằng các hành động đã được định nghĩa trong flow entry đó.
- + Priority: Mức độ ưu tiên của flow entry đó. Mỗi gói tin có thể match với nhiều flow entry khi đó gói tin sẽ được xử lý bởi flow entry có priority cao hơn.
- + Counters: Bộ đếm sẽ cập nhật mỗi khi gói tin được xử lý bởi flow entry đó.
- + Instructions: Định nghĩa các hành động để xử lý gói tin.
- + Timeouts: Thời gian tối đa để xử lý gói tin
- + Cookie: giá trị được chọn bởi Controller được sử dụng để lọc số liệu thống kê của flow entry, sửa đổi flow entry hoặc xóa flow entry.

Ngoài các flow entry mỗi flow table còn chứa một table miss flow entry được sử dụng để xử lý các gói tin khi không có flow entry nào trong flow table match với gói tin đó. Table miss flow entry có thể sẽ chuyển tiếp gói tin đó đến controller, gửi gói tin tới flow table tiếp theo hoặc loại bỏ gói tin.

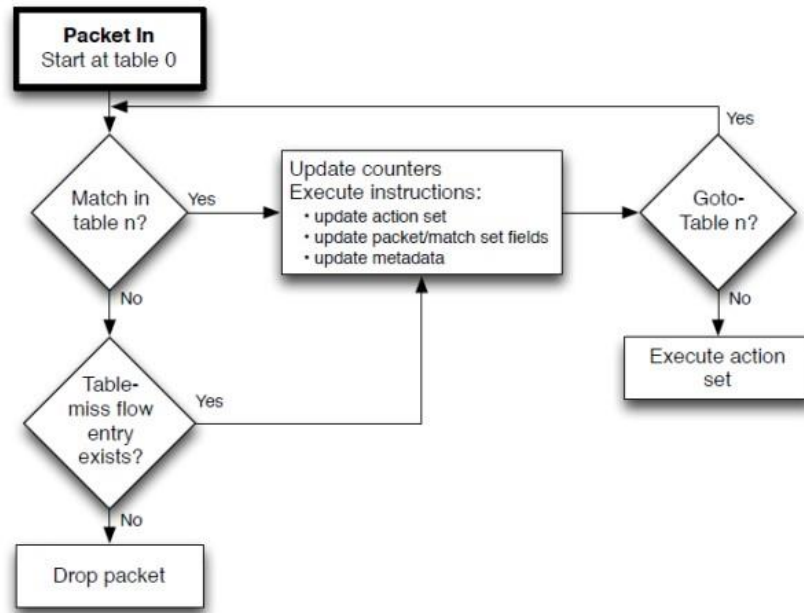


Với các openflow switch chứa nhiều bảng flow table, các flow table sẽ được đánh số bắt đầu từ table 0. Việc xử lý pipeline sẽ luôn được bắt đầu tại table 0. Các table khác có thể sẽ được sử dụng phụ thuộc vào lối ra của match entry trong table đầu tiên. Việc chia ra nhiều flow table thay vì chỉ sử dụng một flow table sẽ tiết kiệm thời gian xử lý các gói tin hơn.

Trong một số trường hợp Flow table có thể chuyển hướng của một flow (các gói tin cùng loại) tới một group table để kích hoạt một hoặc nhiều hành động để xử lý flow. Metter table có thể được kích hoạt để tác động đến hiệu suất xử lý của một flow.

Group table cho phép nhóm một số lượng port thành một output port thiết lập hỗ trợ multicasting, multipath, indirection và fast-failover.

Metter table cho phép Openflow switch thực hiện các hành động QoS. Metter table sẽ thực hiện tính toán tốc độ của gói tin và kích hoạt điều khiển tốc độ gói tin đó. Metter được gắn trực tiếp vào các flow entry, bất kỳ một flow entry nào cũng có thể chỉ định metter. Metter đo và kiểm soát tốc độ tổng hợp của tất cả các flow entry mà nó được gắn vào.



Việc xử lý một gói tin bởi Openflow switch sẽ được thực hiện như trên hình vẽ. Khi một gói tin từ ngoài mạng được gửi tới Switch, quá trình xử lý gói tin được bắt đầu từ table 0. Gói tin sẽ được kiểm tra có một flow entry nào match với gói tin, trở gói tin tới table thứ n nào không? Nếu không có chúng sẽ được tìm kiếm trong table miss flow entry. Nếu tiếp tục không tìm thấy thì gói tin lập tức bị drop. Ngược lại nếu tồn tại một flow entry nào đó match với gói tin bên trong flow table hoặc table miss flow entry thì counter sẽ được update và thực thi các câu lệnh: Cập nhật thiết lập hành động, cập nhật các trường thiết lập gói tin, cập nhật metadata. Gói tin được gửi đến table thứ n, tại đây gói tin sẽ tiếp tục kiểm tra xem có cần phải gửi đến table nào khác không, nếu có thì gói tin tiếp tục được gửi đến table đó. Nếu không thì thực thi hành động đã được thiết lập.

OpenFlow Switch cũng có thể được sử dụng thay thế cho các router, switch trong mạng truyền tải truyền thống. Openflow switch có thể được sử dụng để thay thế các thiết bị từ lớp Core tới lớp Access như các router đặt tại vị trí của khách hàng, thay thế cho site router, thiết bị AGG, Core tỉnh, Core khu vực. Giúp

tập trung hóa việc điều khiển, tiết kiệm chi phí cho các thiết bị chuyển mạch. Việc triển khai có thể chỉ cần cài đặt trên các thiết bị white box. Năng lực của white box được đầu tư phù hợp nhu cầu, vị trí thiết bị thay thế.

OpenFlow Switch cũng có thể được sử dụng để triển khai mạng campus nội bộ, sử dụng cho các phòng ban để kiểm soát, tối ưu cho các ứng dụng.

5. Kết luận

Trong chương này, chúng ta đã có cái nhìn tổng quát về giao thức OpenFlow, các thuật ngữ cơ bản, cấu trúc, chức năng của các thiết bị định tuyến OpenFlow, cũng như nguyên lý hoạt động, cách thức xử lý gói tin của OpenFlow Switch. Với các giao diện mở API, giao thức OpenFlow cho phép người lập trình có thể tạo ra các công cụ quản lý mới, ứng dụng mới phù hợp nhu cầu của người sử dụng. OpenFlow cho phép thực hiện các kết nối tới các thiết bị của các hãng khác nhau mà không gây một sự khó khăn nào. Giao thức OpenFlow hứa hẹn là một giao thức hỗ trợ tốt cho kiến trúc SDN, tuy nhiên giao thức này vẫn chưa được hoàn thiện và cần phát triển hơn nữa trong tương lai.

B. THỰC NGHIỆM BÀI BÁO

CHƯƠNG III. THỰC NGHIỆM

1. Thiết bị và phần mềm

Parameters	Values
Hardware	Raspberry Pi 3 model B
Operating system	Linux kernel 4.x OpenWrt 20.03.2
Ethernet port	1 port / 100 Mbps
OVS version	2.15.3
OpenFlow protocol	Version 1.6
Wi-Fi card	Broadcom BCM43438 WLAN 802.11g / 2.4GHz
WAN interface	Ethernet 100 Mbps

2. Hình ảnh thực nghiệm

2.1 Phiên bản Open vSwitch và OpenFlow

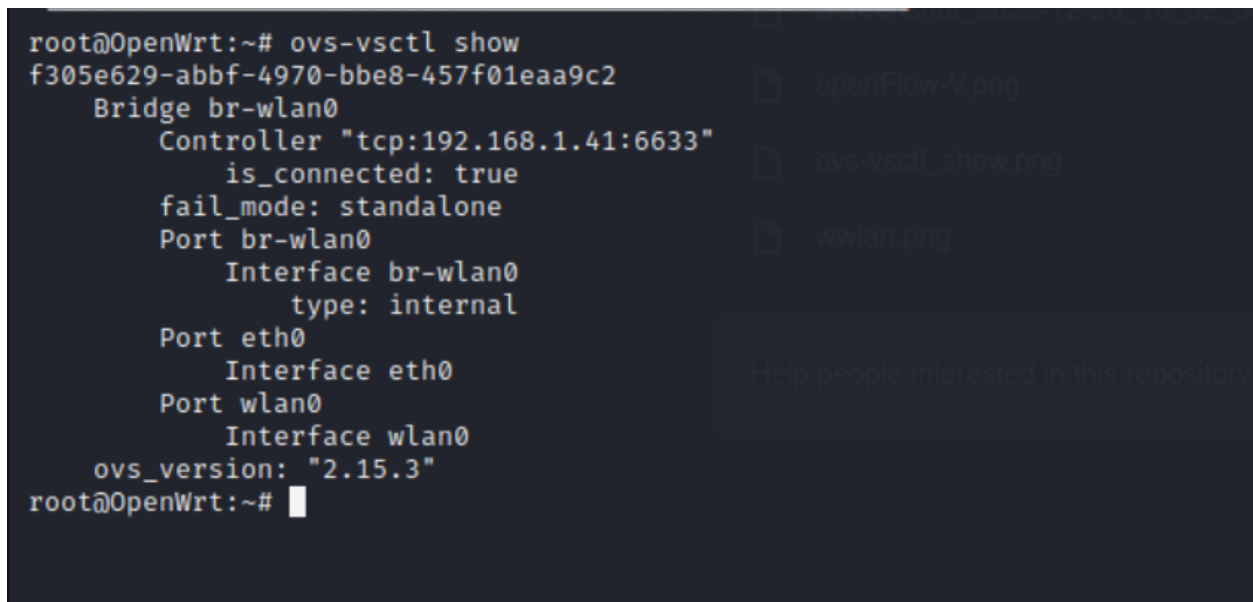
```
root@OpenWrt:~# ovs-ofctl -V
ovs-ofctl (Open vSwitch) 2.15.3
OpenFlow versions 0x1:0x6
root@OpenWrt:~# @ss
```

2.2 SDN Controller -POX

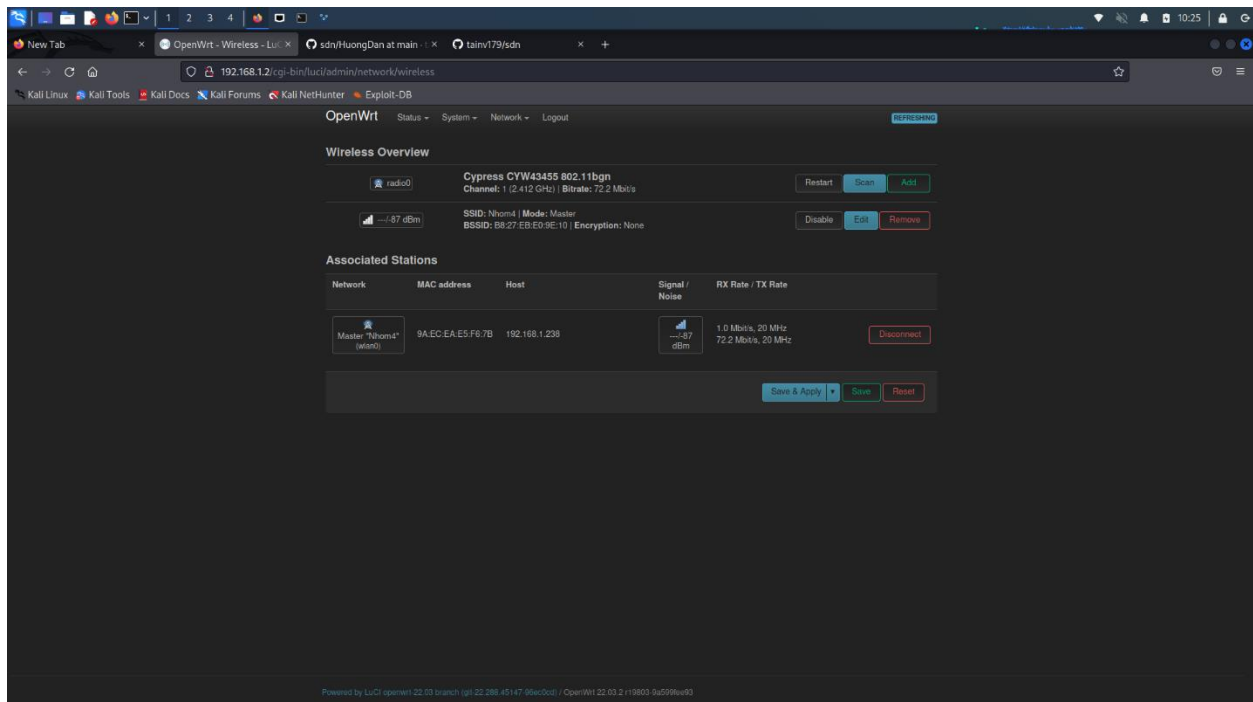
```
(kali@kali)-[~]
└─$ cd pox
(kali@kali)-[~/pox]
└─$ git checkout eel
branch 'eel' set up to track 'origin/eel'.
Switched to a new branch 'eel'
(kali@kali)-[~/pox]
└─$ ./pox.py --verbose forwarding.l2_learning
POX 0.5.0 (eel) / Copyright 2011-2014 James McCauley, et al.
DEBUG:core:POX 0.5.0 (eel) going up...
DEBUG:core:Running on CPython (2.7.18/Mar 28 2022 20:47:09)
DEBUG:core:Platform is Linux-5.18.0-kali5-amd64-x86_64-with-debian-kali-rolling
INFO:core:POX 0.5.0 (eel) is up.
DEBUG:openflow.of_01:Listening on 0.0.0.0:6633
INFO:openflow.of_01:[b8-27-eb-d3-91-75 1] connected
DEBUG:forwarding.l2_learning:Connection [b8-27-eb-d3-91-75 1]
```

2.3 Cấu hình SDN

```
root@OpenWrt:~# ovs-vsctl show
f305e629-abbf-4970-bbe8-457f01eaa9c2
    Bridge br-wlan0
        Controller "tcp:192.168.1.41:6633"
            is_connected: true
        fail_mode: standalone
        Port br-wlan0
            Interface br-wlan0
                type: internal
        Port eth0
            Interface eth0
        Port wlan0
            Interface wlan0
        ovs_version: "2.15.3"
root@OpenWrt:~#
```



2.4 Giao diện Ui quản lý Access Point của OpenWrt



KẾT LUẬN

Ngày nay, internet đã trở thành cuộc cách mạng lớn của nhân loại, kéo theo đó là sự phát triển của nhu cầu của người sử dụng, các nhu cầu đó ngày càng đa dạng và phức tạp hơn. Với cấu hình mạng truyền thống thì việc đáp ứng đó là không thể. Vì thế các nhà nghiên cứu đã phát triển và cho ra đời một cấu trúc mạng tốt hơn, đơn giản hơn và linh động hơn. SDN chính là thành quả của sự nghiên cứu đó. Nó đã giải quyết hầu như tất cả các mặt hạn chế của mạng hiện tại, cung cấp một môi trường mở cho phép các nhà phát triển tự do sáng tạo các phương thức định tuyến, phương thức bảo mật mới tốt hơn, các ứng dụng dịch vụ mới đáp ứng nhu cầu của người sử dụng.

Đồ án này đã nêu ra một cái nhìn tổng quan về mạng SDN và giao thức hỗ trợ nó - giao thức OpenFlow. Tuy chỉ áp dụng vào mô hình mạng nhỏ của trường ĐHBK Đà Nẵng nhưng nó cũng đã cho ta thấy những hiệu quả đáng kể mà SDN mang lại. Do thời gian không cho phép và kiến thức còn chưa hoàn thiện nên đồ án còn nhiều điều thiếu sót và chỉ mới khai thác một phần rất nhỏ của mạng SDN. Đồ án chưa giới thiệu được các phương thức kết nối và bảo mật giữa các controller và chỉ ứng dụng được trong phạm vi nhỏ hẹp như mạng campus, chưa làm rõ được chức năng ảo hóa mạng cũng như các ứng dụng và lợi ích của việc ảo hóa mạng lại.

Trong thời gian tới, dựa trên nền tảng đã nghiên cứu em sẽ khắc phục những thiếu sót còn lại và phát triển đề tài theo hướng nghiên cứu về giao thức đa kết nối giữa các Controller với nhau qua đó có thể phát triển quy mô mạng rộng hơn, đáp ứng được nhu cầu cao hơn của người sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <http://jstic.ptit.edu.vn/index.php/jstic/article/view/285>
- [2] M. -K. Shin, K. -H. Nam and H. -J. Kim, "Software-defined networking (SDN): A reference architecture and open APIs," *2012 International Conference on ICT Convergence (ICTC)*, 2012, pp. 360-361, doi: 10.1109/ICTC.2012.6386859.
- [3] F. Hu, Q. Hao and K. Bao, "A Survey on Software-Defined Network and OpenFlow: From Concept to Implementation," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 4, pp. 2181-2206, Fourthquarter 2014, doi: 10.1109/COMST.2014.2326417.