

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



Nguyễn Thị Lan Hương

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SDN VÀO HỆ THỐNG
MẠNG NỘI BỘ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀ NỘI**

Chuyên ngành: Kỹ thuật viễn thông

Mã số: 8.52.02.08

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ

HÀ NỘI - NĂM 2019

Luận văn được hoàn thành tại:

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN
THÔNG**

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Nguyễn Tiến Ban

Phản biện 1: TS. Dư Đình Viên

Phản biện 2: PGS.TS. Bạch Nhật Hồng

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: ngày 11 tháng 01 năm 2020

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

LỜI MỞ ĐẦU

Mạng Internet ra đời đã tạo nên một cuộc cách mạng trong công nghệ thông tin. Nó giúp mọi sự giao tiếp và trao đổi kiến thức, thông tin của con người trở nên dễ dàng hơn tạo nền tảng cho nền kinh tế tri thức hiện nay. Tuy nhiên, kiến trúc mạng truyền thống đã không hề có sự thay đổi trong hàng nửa thế kỷ qua và đang ngày càng trở nên không phù hợp với nhu cầu kinh doanh của các doanh nghiệp, các nhà khai thác mạng cũng như người dùng cuối. Hiện nay nhu cầu về nghiệp vụ ngày càng phức tạp của các doanh nghiệp và mức độ đa dạng về ứng dụng của các end-user đang ngày càng gia tăng, kéo theo đó là nhu cầu khác nhau của người dùng về mạng kết nối. Mạng cần phải đáp ứng việc thay đổi nhanh chóng các thông số về độ trễ, băng thông, định tuyến, bảo mật, ... theo các yêu cầu của các ứng dụng. Chính vì thế rất nhiều chuyên gia đã đặt kỳ vọng vào một mô hình mạng mới, mạng điều khiển bởi phần mềm SDN.

Luận văn này cho chúng ta thấy một cách tổng quan về mạng SDN và giao thức OpenFlow cũng như quá trình áp dụng vào mô hình mạng nội bộ trường Đại học Hà Nội.

Luận văn gồm 3 chương:

Chương 1: Tổng quan về SDN.

Chương 2: Giao thức OpenFlow.

Chương 3: SDN trong mạng campus và ứng dụng vào mạng nội bộ trường Đại học Hà Nội.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ SDN

1.1. Đặt vấn đề

1.2. Khái niệm và cấu trúc mạng SDN

1.2.1. Khái niệm về SDN

Software Defined Network (SDN) là một kiểu kiến trúc mạng mới, động, dễ quản lý, chi phí hiệu quả, dễ thích nghi và rất phù hợp với nhu cầu mạng ngày càng tăng hiện nay. Kiến trúc này phân tách phần điều khiển mạng (Control Plane) và chức năng vận chuyển dữ liệu (Forwarding Plane or Mặt bằng dữ liệu), điều này cho phép việc điều khiển mạng trở nên có thể lập trình và cơ sở hạ tầng mạng độc lập với các ứng dụng và dịch vụ mạng”. Phần điều khiển được tách rời và được tập trung ở bộ điều khiển SDN. Điều này có nghĩa là các thiết bị mạng ở lớp thiết bị phần cứng không cần phải hiểu và xử lý các giao thức phức tạp mà chúng chỉ chấp nhận và vận chuyển dữ liệu theo một con đường nào đó dưới sự chỉ huy của bộ điều khiển SDN.

1.2.2. Cấu trúc của mạng SDN

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

1.3. Ưu nhược điểm của SDN so với mạng IP

Những lợi ích mà mạng SDN đem lại gồm:

- Quản lý tập trung và đơn giản
- Truyền tải nhanh chóng và linh hoạt
- Cho phép thay đổi
- Giảm CapEx (chi phí đầu tư)
- Giảm OpEx (chi phí vận hành):
- Mở ra cơ hội cho các nhà cung cấp thiết bị trung gian

khi phần điều khiển được tách rời khỏi phần cứng.

Nhược điểm:

- Đầu tiên là vấn đề bảo mật.
- Tiếp theo, SDN là một kiến trúc mạng kiểu mới, nên việc phát triển mạng SDN vẫn còn hạn chế.
- Một vấn đề nữa là quá trình triển khai mạng SDN không thể hoàn thiện trong thời gian ngắn mà phải theo từng bước một.

1.4. Các mô hình triển khai mạng SDN

1.4.1. Switch Based

1.4.2. Overlay Network

1.4.3. Mạng lai

1.5. Ứng dụng của SDN

1.5.1. Phạm vi doanh nghiệp

1.5.2. Phạm vi các nhà cung cấp hạ tầng và dịch vụ viễn thông

1.6. Kết luận chương

Mạng SDN cho chúng ta một cái nhìn mới, khái niệm mới về một kiến trúc mạng 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.

CHƯƠNG 2: GIAO THỨC OPENFLOW

2.1. Lịch sử và sự phát triển của OpenFlow

2.2. Giao thức OpenFlow

- Các đặc trưng của OpenFlow:

+ OpenFlow có thể được sử dụng bởi ứng dụng phần mềm ngoài để điều khiển lớp chuyển tiếp của các thiết bị mạng, giống như tập lệnh của CPU điều khiển một hệ thống máy tính.

+ Giao thức OpenFlow được triển khai trên cả hai giao diện của kết nối giữa các thiết bị cơ sở hạ tầng mạng và phần mềm điều khiển SDN.

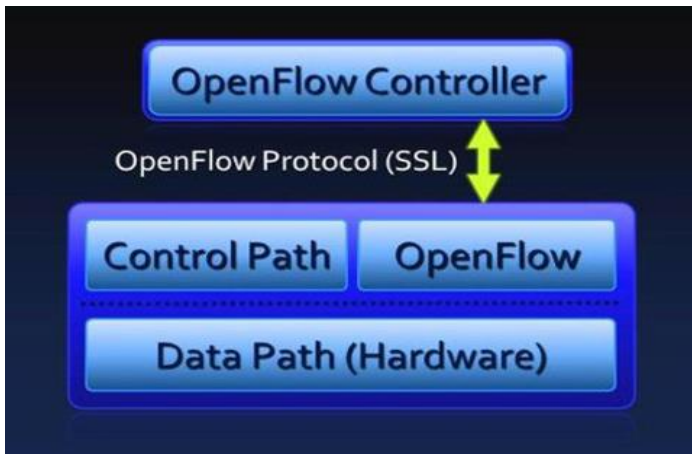
+ OpenFlow sử dụng khái niệm “flow” (luồng) để nhận dạng lưu lượng mạng trên cơ sở định nghĩa trước các quy tắc phù hợp (được lập trình sẵn bởi phần mềm điều khiển SDN).

+ Giao thức OpenFlow là một chìa khóa để cho phép các mạng định nghĩa bằng phần mềm và cũng là giao thức tiêu chuẩn SDN duy nhất cho phép điều khiển lớp chuyển tiếp của các thiết bị mạng.

Những lợi ích mà các doanh nghiệp và nhà khai thác mạng có thể đạt được thông qua kiến trúc SDN trên cơ sở OpenFlow bao gồm:

- + Tập trung hóa điều khiển trong môi trường nhiều nhà cung cấp thiết bị
- + Giảm sự phức tạp thông qua việc tự động hóa
- + Tốc độ đổi mới cao
- + Gia tăng độ tin cậy và khả năng an ninh của mạng
- + Đáp ứng nhu cầu của người dùng một cách linh hoạt

2.3. Nguyên lý hoạt động



Hình 2.1: Sơ đồ quan hệ giữa Controller và thiết bị Openflow switch

Như trên hình 2.1, OpenFlow tách rời các chức năng của lớp truyền dữ liệu và lớp điều khiển ra khỏi nhau. Chức năng liên quan đến truyền dữ liệu vẫn được thực hiện trên thiết bị chuyển mạch như cũ, còn các quyết định về định tuyến cấp cao trong OpenFlow thì do bộ điều khiển (Controller) thực hiện. Controller và các thiết bị chuyển mạch giao tiếp với nhau thông qua giao thức OpenFlow Switching Protocol.

Controller có thể ra lệnh cho các switch thực hiện các quy tắc dành cho các luồng dữ liệu mạng. Những quy tắc này có thể là : truyền dữ liệu theo tuyến đường nhanh nhất, hoặc theo tuyến đường có ít hops nhất...

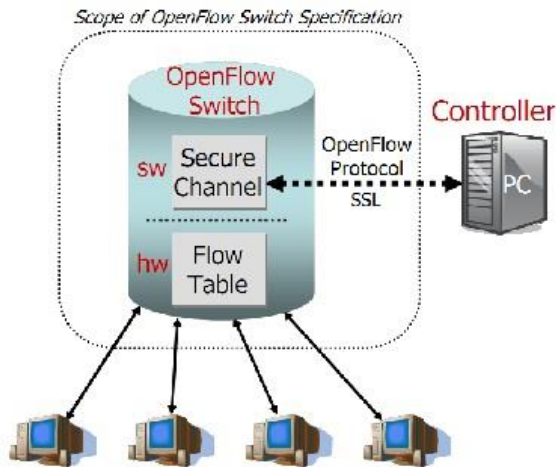
2.4. Ưu điểm của Openflow

2.5. Các khái niệm và thành phần cơ bản

Các thành phần cơ bản của mạng SDN trên cơ sở giao thức OpenFlow là:

- + OpenFlow switch.
- + Controller.

Trong đó controller giao tiếp với các OpenFlow Switch thông qua giao thức OpenFlow.



Hình 2.2: Sơ đồ tương tác giữa switch và controller theo giao thức OpenFlow

2.5.1. OpenFlow Switch

OpenFlow Switch bao gồm Group table, các Flow table và một kênh OpenFlow channel. Trong đó các Flow table và Group table chứa các thông tin do Controller cung cấp để thực hiện định tuyến các gói tin. OpenFlow channel là kênh đảm nhiệm nhiệm vụ liên lạc giữa controller và openflow switch.

2.5.2. Controller

Controller trong khái niệm OpenFlow là yếu tố cơ bản và là trung tâm của mạng SDN, trong đó tập trung tất cả các chức năng điều khiển mạng SDN. Hệ điều hành trên controller chính nó không điều khiển mạng, mà nó chỉ giúp cho giao diện lập trình API điều khiển mạng.

2.5.3. OpenFlow protocol

Giao thức OpenFlow mô tả quá trình trao đổi thông tin giữa OpenFlow Controller và OpenFlow Switch. Giao thức OpenFlow cho phép bộ điều khiển thực hiện các thao tác như thêm, cập nhập, chỉnh sửa và xóa các flow entry ở trong flow table. Nó hỗ trợ 3 loại bản tin như sau:

- + Controller đến Switch
- + Bản tin không đồng bộ(Asynchronous)
- + Bản tin đối xứng (Symmetric)

2.6. Kết luận chương

OpenFlow là một giao thức, nó được tạo ra, chuẩn hóa, để hiện thực hóa khái niệm SDN. 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.

CHƯƠNG III: SDN TRONG MẠNG CAMPUS VÀ ỨNG DỤNG VÀO MẠNG NỘI BỘ TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀ NỘI

3.1. Triển khai SDN cho mạng Campus

3.1.1. Giới thiệu

3.1.2. SDN trong mạng campus

Kiến trúc cơ bản của một mạng campus học có cấu trúc gồm 3 lớp : Lớp lõi, lớp phân phối và lớp truy cập. Kiến trúc 3 lớp truyền thống này còn gây ra nhiều khó khăn trong hoạt động như: tránh các vòng loop, hạn chế về kết nối đa đường.

Để giải quyết được các hạn chế trên mạng campus phải có khả năng:

- + Cung cấp các ứng dụng mới phù hợp với các nhu cầu ngày càng tăng của người sử dụng.

- + Quá trình triển khai nâng cấp các ứng dụng mới và quá trình thay đổi cấu hình mạng phải nhanh.

- + Đơn giản hóa và hội tụ cách quản lý mạng không dây và có dây.

- + Cung cấp dịch vụ mới đáp ứng nhu cầu thời gian thực.

Và để đạt được các khả năng đó thì bắt buộc chúng ta phải triển khai một mạng có cấu trúc khác mới các mạng truyền thống, đó là SDN.

3.1.2.2. Triển khai SDN cho mạng campus

- Mạng SDN cho phép chúng ta đơn giản hóa cấu trúc mạng mà vẫn cung cấp được sự linh động cao

+ Có thể triển khai các dịch vụ một cách nhanh chóng mà không làm ảnh hưởng đến cấu trúc mạng bằng việc áp dụng công nghệ ảo hóa.

+ Cải thiện được chất lượng của các dịch vụ có sẵn nhờ việc tính toán sẵn các con đường định tuyến tối ưu ở một bộ xử lý tập trung.

+ Sử dụng tài nguyên một cách tối ưu vì việc quản lý, dịch vụ và các ứng dụng đều được ảo hóa để sử dụng tối đa trong khi giảm đến tối thiểu không gian và năng lượng tiêu thụ.

- Các lợi ích khi áp dụng mạng SDN như sau:

+ Cô lập các luồng dữ liệu thông qua các chính sách áp dụng cho từng luồng tin, tạo điều kiện cho việc bảo mật các luồng tin và đa sử dụng.

+ Tối ưu hóa băng thông qua việc ảo hóa mạng và kiểm soát tập trung trên cơ sở hạ tầng mạng ảo và vật lý. Điều này cải thiện việc sử dụng các thiết bị cá nhân cũng như toàn mạng.

+ Các hoạt động quản lý trở nên đơn giản hơn.

+ Vì sử dụng các cấu trúc mở nên nó sẽ khuyến khích nhiều nhà cung cấp và các nhà lập trình phát triển để hoàn thiện hơn cơ sở mạng và phần mềm hỗ trợ mạng.

3.2.3. Nhận xét

3.2. Hiện trạng mạng nội bộ của trường Đại học Hà Nội

3.2.1. Hiện trạng mạng nội bộ của trường Đại học Hà Nội

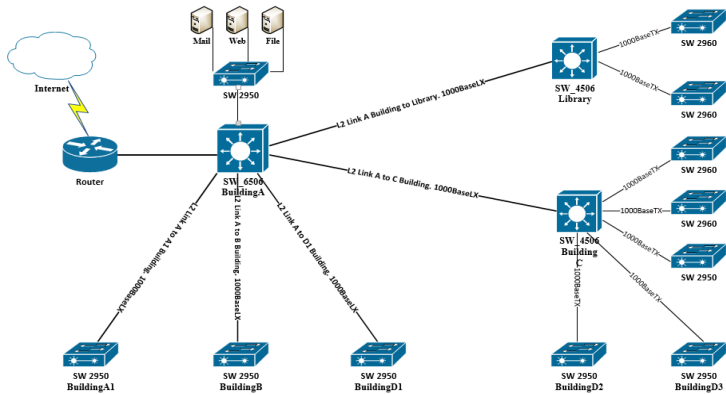
Hiện tại hệ thống mạng của trường được chia theo khu vực: khu làm việc, giảng đường, ký túc xá, các dự án, mỗi mạng tạo thành do sự kết nối thiết bị mạng trong một hoặc vài tòa nhà lại để truy cập vào Internet.

Toàn trường hiện đang có 1100 máy trạm được phân bổ như sau:

- 100 máy sử dụng tại nhà A dùng cho các phòng ban và trung tâm.
- 50 máy sử dụng tại nhà B dùng cho văn phòng La Trobe và các dự án.
- 150 máy sử dụng tại nhà C dùng cho các khoa và bộ môn.
- 150 máy sử dụng tại Thư viện.
- 650 máy dùng cho các phòng LAP tại nhà A1, C, D1.

3.2.2. Mô hình kết nối mạng

Dưới đây là mô hình mạng LAN của trường Đại học Hà Nội.

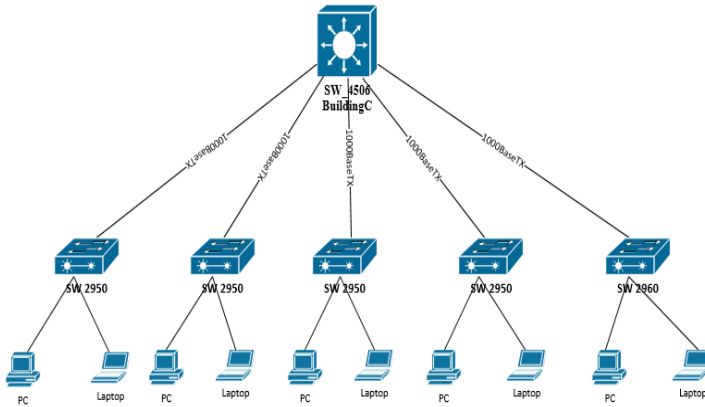


Hình 3.1: Mô hình mạng LAN của trường Đại học Hà Nội

Với mô hình mạng như trên thì việc triển khai SDN gặp rất nhiều khó khăn. Chính vì vậy luận văn chỉ đưa ứng dụng SDN thử nghiệm cho một tòa nhà trong hệ thống mạng trên, từ đó sẽ cho thấy được những lợi ích mà SDN mang lại.

3.3. Mô hình mô phỏng mạng tòa nhà C, Đại học Hà Nội trên nền tảng SDN

Dưới đây là mô hình mạng LAN của tòa nhà C:



Hình 3.2: Mô hình mạng LAN của tòa nhà C

3.4. Các công cụ sử dụng trong cấu hình mô phỏng mạng

3.4.1. Mininet

3.4.2. OpenDayLight

3.4.3. Cài đặt các công cụ mô phỏng

3.4.3.1. Cài đặt mininet

- Bật cửa sổ lệnh Terminal của ubuntu và gõ các lệnh:

```
git clone git://github.com/mininet/mininet
```

```
mininet/untill/install.sh -a
```

Sau khi gõ các lệnh trên thì mininet sẽ được download và cài đặt.

3.4.3.2. Cài đặt Opendaylight controller

- Trên cửa sổ lệnh Terminal ta sử dụng các lệnh sau:

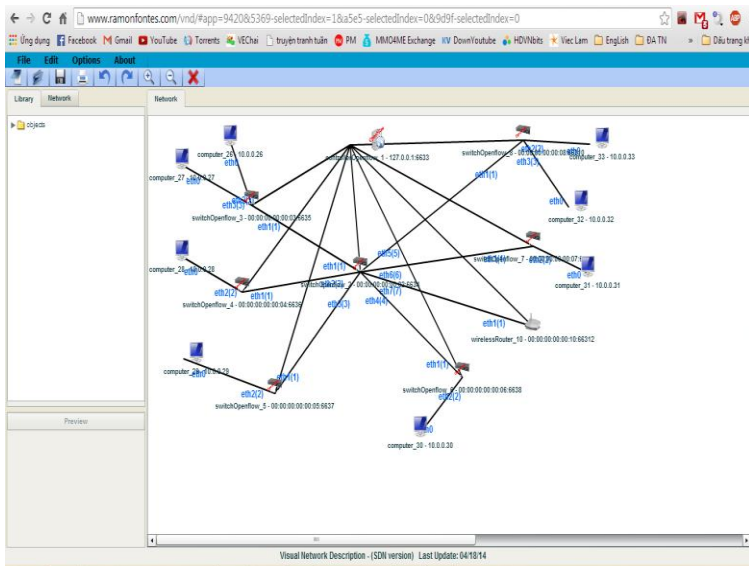
apt-get install maven git openjdk-7-jre openjdk-7-jdk

git clone <http://git.opendaylight.org/gerrit/p/controller.git>

3.5. Tiến trình thực hiện mô phỏng

3.5.1. Sơ đồ mạng tòa nhà C theo mô hình SDN

Trang web <http://www.ramonfontes.com/vnd/#> cho phép chúng ta vẽ lại mô hình mạng SDN và cho phép xuất ra file python để load vào mininet.



Hình 3.3: Sơ đồ mạng tòa nhà C sau khi vẽ lại theo dạng SDN

+ Với sơ đồ đã vẽ ta xuất file python topo.sh để sử dụng mô phỏng mininet.

3.5.2. Tiến trình mô phỏng

- Khởi động Terminal và trình duyệt web:

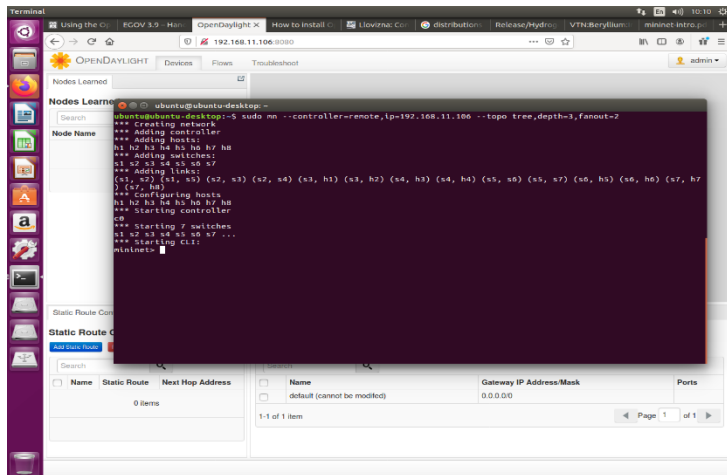
+ Sử dụng các câu lệnh sau:

Hiển thị địa chỉ IP: `ubuntu@ubuntu-desktop:~$ ip addr show`

Download gói ứng dụng:

`ubuntu@ubuntu-desktop:~$ wget`

Thực hiện câu lệnh tạo topo tree với `depth=3`, `fanout=2`

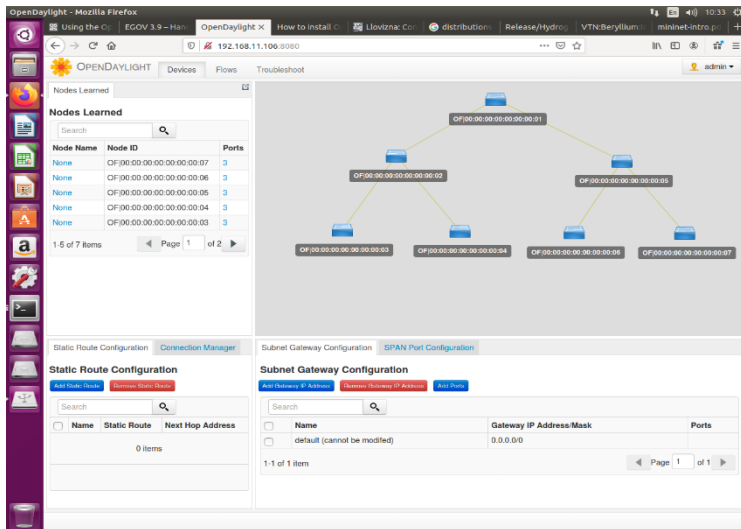


Hình 3.4: Giao diện câu lệnh tạo topo tree

Hình trên cho ta thấy đã tạo thành công topo tree, sơ đồ gồm các thành phần:

+ Switch: s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7.

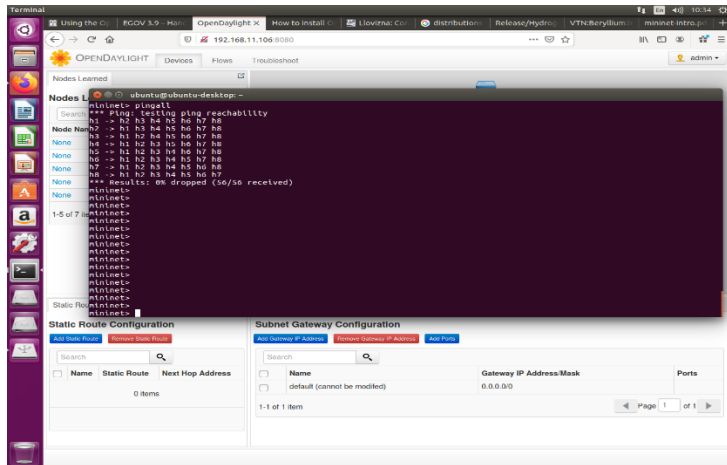
+ Host: h1, h2, h3, h3, h4, h5, h6, h7,h8.



Hình 3.5: Giao diện topo tree trên Opendaylight Controller

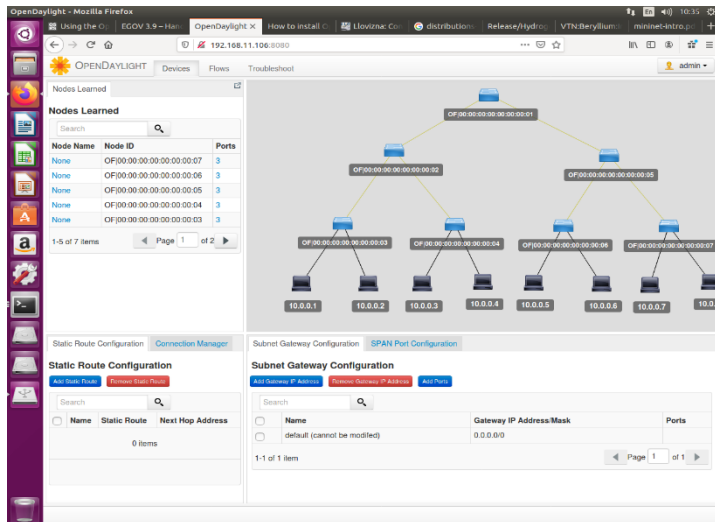
Sau khi đã load xong mô hình mạng vào mininet ta kiểm tra xem các thiết bị trong mạng đã được thông với nhau chưa.

Khi khởi động controller ta thực hiện lệnh pingall thì tất cả gói tin đều đến đích. Điều đó nghĩa là các dưới sự điều khiển của controller, các switch và các host đã có thể liên lạc với nhau.



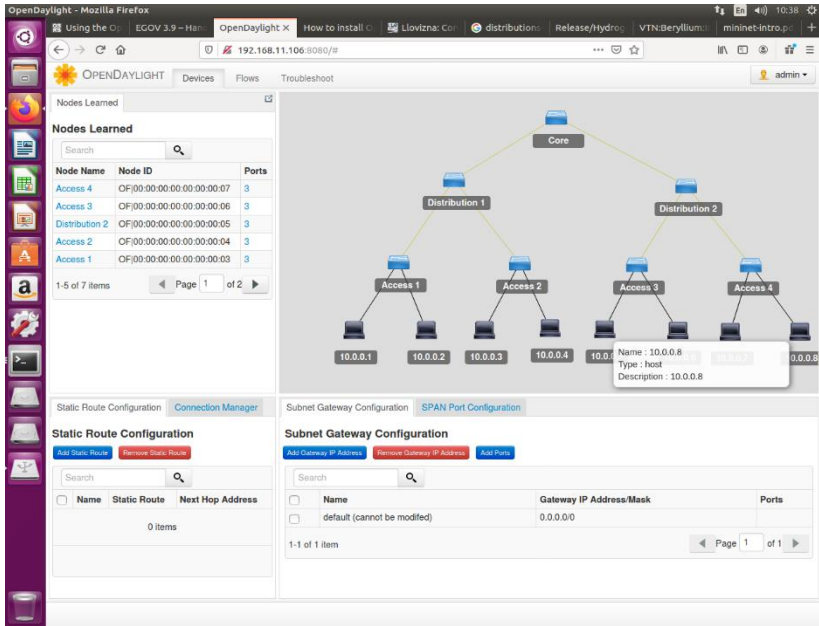
Hình 3.6: Giao diện câu lệnh tạo topo tree

Giao diện pingall trên.opendaylight:



Hình 3.7: Kết quả pingall trên.opendaylight controller

3.6. Kết quả mô phỏng



Hình 3.8: Giao diện tab device của Opendaylight controller

+ Ta thấy sơ đồ tổng quan của mạng được thể hiện trên hình (3.8). Đây là một trong những ưu điểm của SDN so với mạng IP truyền thống đó là ta có thể có cái nhìn tổng quan về cấu trúc mạng, điều đó giúp việc quản lý trở nên dễ dàng hơn bao giờ hết.

3.7. Kết Luận chương

Chương này đã hướng dẫn cách thiết lập được một mô hình mạng trên nền tảng SDN cụ thể là mô hình mạng của một tòa nhà C của trường Đại học Hà Nội. Ta đã mô phỏng được quá trình gửi nhận các bản tin, thiết lập được các flow để thực hiện một số công việc theo nhu cầu của người sử dụng. Qua đó chúng ta có thể thấy được những ưu điểm vượt bậc của mạng SDN so với mạng IP truyền thống. Với SDN người quản trị sẽ có cái nhìn tổng quan về cấu trúc mạng, có thể cấu hình các thiết bị chuyển mạch một cách dễ dàng và nhanh chóng bằng việc quản lý controller để thiết lập các flow entry để phục vụ các chức năng mạng.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

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.

Luận văn 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 một tòa nhà của trường Đại học Hà Nội 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 luận văn còn nhiều điều thiếu sót và chỉ mới khai thác một phần rất nhỏ của mạng SDN. Luận văn 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 các kết quả đã đạt được, khắc phục những thiếu sót còn lại và hướng nghiên cứu tiếp theo của luận văn là áp dụng SDN cho toàn bộ hệ thống mạng của trường Đại học Hà Nội.