

PHÁT TRIỂN WI-FI AP DỰA TRÊN SDN

SỬ DỤNG OPENWRT VÀ RASPBERRY PI 3

Hai-Chau Le* và Khắc-Tuấn Nguyễn Học

viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, Hà Nội, Việt Nam Tác giả

* tương ứng: chaulh@ptit.edu.vn

Tóm tắt: Chúng tôi đã phát triển thành công nguyên mẫu thiết bị điểm truy cập Wi-Fi dựa trên SDN cho truyền thông IoT. Thiết bị được đề xuất dựa trên Raspberry pi 3, sử dụng phần sụn OpenWrt dựa trên Linux và phần mềm Open vSwitch. Nó tương thích với OpenFlow 1.5 và bao gồm một cổng Ethernet 100 Mbps tích hợp. Nhờ tận dụng lợi thế của công nghệ SDN, phần mềm mã nguồn mở và máy tính mini giá rẻ, thiết bị dựa trên SDN được phát triển có chi phí hợp lý trong khi linh hoạt, có khả năng mở rộng và vẫn hỗ trợ đầy đủ các chức năng mạng tiên tiến. Thiết bị cũng có thể được triển khai như một thiết bị mạng với nhiều chức năng khác nhau như hub, switch, tường lửa, được xác định bởi một chương trình điều khiển được cài đặt trong bộ điều khiển SDN. Cấu hình AP và hiệu suất của nó đã được xác minh bằng các thử nghiệm kiểm tra. Các kết quả bằng số thu được đã chứng minh hiệu suất hiệu quả và có thể mở rộng của AP Wi-Fi dựa trên SDN đã phát triển cho cơ sở hạ tầng truyền thông WLAN và IoT thế hệ tiếp theo.

Từ khóa: Kết nối mạng do phần mềm xác định, điểm truy cập Wi-Fi, OVS, OpenFlow.

I. GIỚI THIỆU

Gần đây, sự xuất hiện nhanh chóng của Internet of Things hứa hẹn mang lại nhiều lợi ích mới quan trọng nhưng nó cũng đặt ra một số thách thức và vấn đề tiềm ẩn [1-3]. Để hỗ trợ một số lượng lớn các thiết bị được kết nối với các đặc điểm không đồng nhất, cơ sở hạ tầng truyền thông IoT cần có kiến trúc mới và công nghệ thiết bị tiên tiến có khả năng đáp ứng lưu lượng băng thông linh hoạt, ngày càng tăng bùng nổ. Do đó, các công nghệ truyền thông mới được phát triển để hỗ trợ các ứng dụng đa dạng và cung cấp tính di động và truyền thông liên mạch [3-4]. Hơn nữa, những thiết bị đó cũng được yêu cầu phải tiết kiệm chi phí, linh hoạt và có khả năng mở rộng để cung cấp các dịch vụ không đồng nhất IoT với nhiều

yêu cầu về chất lượng dịch vụ. Trên thực tế, mạng được xác định bằng phần mềm (SDN) đã được phát triển để hỗ trợ ảo hóa và cung cấp tài nguyên mạng động theo cách theo yêu cầu có khả năng xử lý những thách thức và yêu cầu đó [5-6]. SDN cung cấp sự trừu tượng của mạng bên dưới cho các ứng dụng cư trú ở các lớp trên và triển khai mặt phẳng điều khiển như một thành phần phần mềm trong khi định vị mặt phẳng dữ liệu trong các thiết bị mạng [7-9]. Các chức năng kết nối mạng của thiết bị SDN được thay thế bằng thiết bị chuyển tiếp đơn thuần trong khi trí thông minh về vị trí và cách thực hiện chuyển tiếp được đặt trong mặt phẳng điều khiển ở dạng phần mềm (được gọi là bộ điều khiển). Những cách tiếp cận này giúp chuyển đổi tài nguyên mạng thành các mạng có thể lập trình, tự động hóa và điều khiển mạng, các mạng linh hoạt và có khả năng mở rộng cao dựa trên nhu cầu kinh doanh [6, 7]. Do đó, công nghệ SDN trong bối cảnh các thiết bị truyền thông IoT (SD-IoT) gần đây đã thu hút một số sự chú ý [9-11].

Mặt khác, mạng cục bộ không dây (WLAN), một trong những công nghệ chính để liên lạc IoT sử dụng băng tần vô tuyến không có giấy phép, đã được sử dụng rộng rãi trong các doanh nghiệp, trường học, văn phòng và môi trường gia đình để hỗ trợ các thiết bị di động thông qua các điểm truy cập (AP) [12-14]. Sau khi kết nối với một IEEE 802.11 AP, một thiết bị di động có thể gửi và nhận các gói thông qua cơ sở hạ tầng có dây thông qua mạng WLAN. Không giống như các AP mỏng thường được cài đặt phần sụn được cấp phép và triển khai trong các doanh nghiệp lớn, các AP béo được triển khai rộng rãi trong các gia đình và văn phòng nhỏ để cung cấp kết nối không dây cho các thiết bị người dùng và cung cấp các dịch vụ mạng giống như bộ định tuyến như giao thức cấu hình máy chủ động (DHCP) và dịch địa chỉ mạng (NAT), . Các nền tảng truy cập hợp nhất mạng WLAN hiện có là những hệ thống khép kín và tốn kém, đồng thời chúng thường bao gồm các bộ chuyển mạch LAN, bộ điều khiển mạng WLAN và AP dưới dạng toàn bộ giải pháp được cung cấp bởi một nhà cung cấp duy nhất [15, 16]. Cho đến nay, một số giải pháp mạng WLAN định nghĩa bằng phần mềm (SDN) có bán trên thị trường đã được công bố, chẳng hạn như HP mua lại Aruba Networks,

Tác giả liên hệ: Lê Hải Châu

Email: chaulh@ptit.edu.vn

Đến sáng tác: 2/2020, chỉnh sửa: 4/2020, chấp nhận đăng: 4/2020

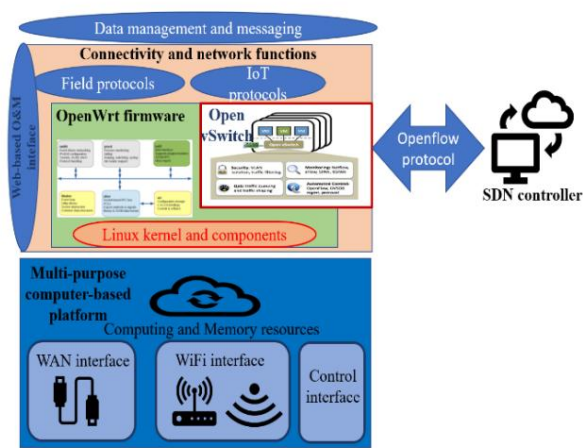
Fortinet mua lại Meru Networks,. [17-19]. Tuy nhiên, các giải pháp của nhà cung cấp là độc quyền và rất khó để thêm các tính năng mới.

Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu một giải pháp mạng WLAN khả thi do phần mềm xác định, tận dụng kỹ thuật OpenFlow và cung cấp dịch vụ mạng WLAN tập trung với giá cả phải chăng. Chúng tôi đã phát triển một nguyên mẫu của Wi-Fi AP dựa trên SDN cho giao tiếp IoT. Wi-Fi AP dựa trên SDN được phát triển dựa trên Raspberry pi 3 được tích hợp với chương trình cơ sở OpenWrt [20] và phần mềm Open vSwitch.

Do sử dụng công nghệ SDN, phần mềm nguồn mở và máy tính mini giá rẻ, thiết bị do chúng tôi phát triển có chi phí hợp lý trong khi linh hoạt, có thể mở rộng và vẫn hỗ trợ đầy đủ các chức năng mạng tiên tiến. Chúng tôi cũng đã xác minh và kiểm tra cấu hình thiết kế cũng như hiệu suất của thiết bị được phát triển. Kết quả thử nghiệm đã chứng minh hiệu suất hiệu quả và có thể mở rộng của hệ thống Wi-Fi AP dựa trên SDN đã phát triển cho cơ sở hạ tầng truyền thông IoT.

II. NGUYÊN BẢN CỦA AP WI-FI DỰA SDN VỚI OPENWRT VÀ RASPBERRY PI

Trong công việc này, chúng tôi nhắm đến một thiết bị điểm truy cập Wi-Fi quy mô nhỏ, tiết kiệm chi phí và hỗ trợ OpenFlow, linh hoạt và có thể mở rộng cho cơ sở hạ tầng truyền thông IoT trong tương lai gần. Để hiện thực hóa một thiết bị linh hoạt và chi phí thấp, chúng tôi khai thác các nền tảng phần cứng đa mục đích, phần mềm nguồn mở và công nghệ SDN. Chúng tôi xây dựng một hệ thống với chương trình cơ sở nguồn mở, tức là OpenWrt [20] và phần cứng bán sẵn trên thị trường, Raspberry pi 3 [21, 22] và phát triển cơ chế kiểm soát bằng thông không dây bằng cách sử dụng kỹ thuật OpenFlow [23, 24]. Hình 1 cho thấy thiết kế chức năng của nguyên mẫu Wi-Fi AP dựa trên SDN đã phát triển của chúng tôi dựa trên Raspberry pi 3, phần sụn OpenWrt và phần mềm OVS.



Hình 1. Kiến trúc chức năng của Wi-Fi AP dựa trên SDN.

Cho đến nay, nhiều hệ thống máy tính mini đa năng đã được thương mại hóa với nhiều ứng dụng với giá thành hợp lý như Raspberry pi, IBM NUC,. [19, 21]. Trong số các thiết bị đó, Raspberry pi 3 là một trong những thiết bị phổ biến nhất và rẻ nhất [22], đặc biệt là ở Việt Nam. Nó hỗ trợ một cấu hình tuyệt vời bao gồm CPU 1,2 GHz, RAM 1 Gbyte, một Wi-Fi tích hợp

thế 802.11b/g/n [25-27], một cổng Ethernet 100 Mbps tích hợp và 4 cổng USB. Các tính năng này đáp ứng hoàn hảo các yêu cầu của điểm truy cập Wi-Fi dựa trên SDN được nhắm mục tiêu của chúng tôi.

Ngoài ra, chương trình cơ sở OpenWrt là một dự án nguồn mở cho hệ điều hành nhúng dựa trên Linux, chủ yếu được sử dụng trên các thiết bị nhúng để định tuyến lưu lượng mạng [20]. Dự án OpenWrt bắt đầu vào tháng 1 năm 2004 và các phiên bản OpenWrt đầu tiên dựa trên các nguồn GPL của Linksys cho WRT54G và một bản dựng từ dự án uClibc. Phiên bản này được gọi là "bản phát hành ổn định" của OpenWrt và được sử dụng rộng rãi. OpenWrt sử dụng các nguồn nhân GNU/Linux chính thức và chỉ bổ sung các bản vá lỗi cho hệ thống trên chip và các trình điều khiển cho các giao diện mạng. Nhóm nhà phát triển cố gắng triển khai lại hầu hết mã độc quyền bên trong tarball GPL của các nhà cung cấp khác nhau. Có các công cụ miễn phí để ghi ảnh chương trình cơ sở mỗi trực tiếp vào flash, để định cấu hình chip mạng LAN không dây và để lập trình bộ chuyển mạch có khả năng VLAN thông qua hệ thống tệp proc [20]. Các thành phần chính của OpenWrt là Linux, util-linux, musl,. và các thành phần của OpenWrt đã được tối ưu hóa đủ nhỏ để phù hợp với dung lượng lưu trữ và bộ nhớ hạn chế có sẵn trong các thiết bị gia đình hoặc máy tính mini. Nó có thể là một tùy chọn hệ điều hành tuyệt vời cho các thiết bị không dây kích thước nhỏ và chi phí thấp như điểm truy cập Wi-Fi, bộ định tuyến không dây, . Do đó, trong công việc của mình, chúng tôi triển khai OpenWrt/LEDE để hiện thực hóa nguyên mẫu dựa trên SDN của chúng tôi. Điểm truy cập Wi-Fi. Ngay cả bảo mật là một trong những vấn đề quan trọng đối với các AP không dây, nó nằm ngoài phạm vi giấy tờ nhờ sử dụng OpenWrt/LEDE mã nguồn mở được cập nhật liên tục.

Mặt khác, để tận dụng công nghệ SDN và cung cấp điểm truy cập Wi-Fi WLAN linh hoạt, giá cả phải chăng, thiết bị của chúng tôi đã được triển khai và triển khai theo cách mà quản trị viên mạng có thể khai thác khả năng mở rộng và tính linh hoạt của bộ điều khiển và chuyển mạch SDN dựa trên OpenFlow và họ cũng có thể phát triển các mô-đun ứng dụng tùy chỉnh và các tính năng cần thiết. Một thành phần quan trọng để kích hoạt công nghệ SDN trong thiết bị là phần mềm mã nguồn mở có tên Open vSwitch (OVS). Thậm chí có một số phần mềm chuyển mạch SDN mã nguồn mở bao gồm Openflow switch, OVS,. [24], OVS là một trong những phần mềm hứa hẹn nhất nhờ tính tương thích cao và các mô-đun phát triển tốt. Open vSwitch có thể hỗ trợ các giao thức OpenFlow là một công tắc phần mềm.

Nó bao gồm một mô-đun hạt nhân (openvswitch.ko) và một daemon không gian người dùng (vswitchd). Trình nền không gian người dùng triển khai công tắc và sử dụng mô-đun hạt nhân để thực hiện xử lý công tắc quan trọng trong một số thời điểm. Open vSwitch có thể hoạt động như một công tắc mềm chạy trong trình ảo hóa và như một ngăn điều khiển để chuyển đổi silicon [20]. Trên thực tế, phần mềm nguồn mở này đã được chuyển sang nhiều nền tảng ảo hóa cũng như nhiều chipset chuyển mạch.

Bảng I tóm tắt các tham số chính của nguyên mẫu Wi-Fi AP dựa trên SDN đã phát triển.

BẢNG I. CẤU HÌNH AP WI-FI AP DỰA TRÊN SDN	
Thông số	giá trị
Bộ phần cứng	Raspberry Pi 3 mẫu B
ĐÁP	1 GB

Chipset	Chipset Broadcom BCM2837 Lôi
tỷ lệ chip	tử 1,2 GHz ARM Cortex-A53
Hệ điều hành	nhân Linux 4.9 OpenWrt 18.06.4 1
Cổng mạng	cổng / 100 Mb/giây
Phiên bản OVS	2.8.5
Giao thức OpenFlow	phiên bản 1.5
thẻ wifi	Broadcom BCM43438 WLAN 802.11g / 2.4GHz
giao diện WAN	Ethernet 100 Mbps

Nhờ OpenvSwitch, thiết bị được phát triển, một công tắc phần mềm, mang lại nhiều lợi thế. Nó không chỉ có khả năng cung cấp chức năng giống như một công tắc thông thường mà còn có thể dễ dàng mở rộng và cấu hình linh hoạt. Bộ định tuyến đã phát triển được cấu hình thông qua một cơ sở dữ liệu đơn giản (được gọi là ovsdb) có thể được sửa đổi bằng một số công cụ bao gồm ovsdb-client, ovsdb-tool và ovs-vsctl. Cơ sở dữ liệu sử dụng giao thức JSON để giao tiếp và lưu trữ dữ liệu. Ngoài ra, switch sử dụng công cụ ovs-ofctl để xử lý các lệnh OpenFlow.



Hình 2. Nguyên mẫu Wi-Fi AP dựa trên SDN đã phát triển và GUI dựa trên web.

Hệ thống điểm truy cập không dây đã phát triển có thể hoạt động như một AP béo được quản lý bởi bộ điều khiển SDN qua kênh OpenFlow với giao thức bảo mật lớp vận chuyển tùy chọn để cung cấp dịch vụ kết nối. Kiến trúc WLAN với các AP hỗ trợ Openflow béo và bộ điều khiển SDN cung cấp một cách linh hoạt để quản lý mạng không dây Wi-Fi ở một số khía cạnh, chẳng hạn như băng thông, công suất ăng-ten, v.v., trên cơ sở lợi thế mà bộ điều khiển SDN có thể quản lý các AP một cách năng động và tương tác. Để điều khiển AP đã phát triển được trang bị Open vSwitch, chúng tôi sử dụng bộ điều khiển POX và cũng đã phát triển chương trình điều khiển công tắc lớp 2 dựa trên ngôn ngữ Python. Hình 2 hiển thị gói thực của nguyên mẫu Wi-Fi AP dựa trên SDN được kết nối với phần mềm bộ điều khiển POX chạy trên máy tính xách tay. Một công tắc học tập (công tắc lớp 2) "bộ não", thành phần điều khiển công tắc, được liên kết với một công tắc OpenFlow duy nhất. Để chuyển một gói đến một cổng đầu ra thích hợp, cần phải xây dựng một bảng ánh xạ ánh xạ địa chỉ tới các cổng. Trên thực tế, chúng ta có thể điền vào bảng bằng cách quan sát lưu lượng để tìm hiểu về các cổng đầu ra nhất định của một số

nguồn. Khi một luồng lưu lượng yêu cầu được chuyển tiếp, đích sẽ được tra cứu trong bảng được cập nhật. Nếu không thể tìm thấy cổng đầu ra, công tắc chỉ cần gửi thông báo mất gói tới các cổng tương đương, thuật toán học của switch lớp 2 được mô tả như sau.

<Thuật toán điều khiển OpenFlow cho switch lớp 2>:

Bước 1: Chờ luồng mới Quét các cổng đầu vào. Nếu có luồng mới chuyển sang Bước 2, nếu không thì lặp lại Bước 1.

Bước 2: Phục vụ luồng mới

Đối với mỗi gói tin từ switch:

Sử dụng địa chỉ nguồn và cổng của switch để cập nhật bảng địa chỉ/cổng

Nếu trong suốt = Sai và Ethertype là LLDP hoặc địa chỉ đích của gói là địa chỉ Bridge Filtered, sau đó loại bỏ gói và quay lại Bước 1. Nếu đích là phát đa hướng, hãy làm ngập gói và quay lại Bước 1. Nếu cổng cho địa chỉ đích trong bảng địa chỉ/cổng của chúng tôi, sau đó làm ngập gói và quay lại Bước 1. Nếu cổng đầu ra giống với cổng đầu vào, sau đó bỏ gói và các gói tương tự trong một thời gian và quay lại Bước 1. Cài đặt mục nhập bảng lưu lượng trong công tắc để rằng luồng này đi ra cổng thích hợp và sau đó, gửi gói ra cổng thích hợp. Quay lại Bước 1.

III. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

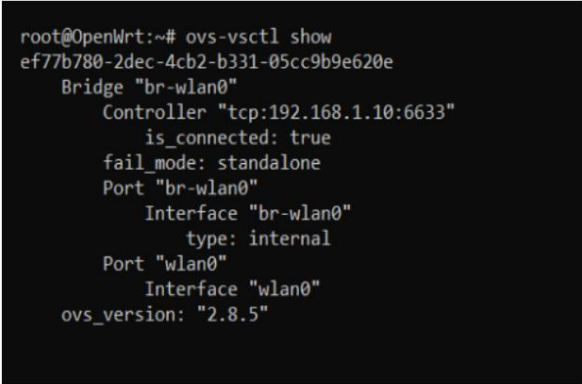
Trong phần này, các thông số thiết kế chính của thiết bị điểm truy cập SDN-Wi-Fi đã phát triển đã được thử nghiệm và xác minh. Thiết bị do chúng tôi phát triển có thể hỗ trợ các tiêu chuẩn Wi-Fi điển hình bao gồm 802.11 b/g/n và tương thích với Openflow 1.5. Nó cũng có thể được điều khiển bởi cả hai giao diện phổ biến bao gồm giao diện người dùng đồ họa (GUI) và giao diện dòng lệnh (CLI). Các chức năng kết nối mạng của thiết bị được triển khai và điều khiển bởi bộ điều khiển SDN. Nhờ sử dụng OVS, thiết bị tương thích với các bộ điều khiển SDN điển hình như OpenDaylight, Ryu,. Tuy nhiên, để đơn giản, chúng tôi đã sử dụng POX phiên bản 0.5.0 trong các thử nghiệm của mình. Chúng tôi cũng đã đánh giá hiệu suất, về mặt băng thông, của thiết bị trong các tình huống thử nghiệm khác nhau.

A. Xác minh cấu hình hệ thống

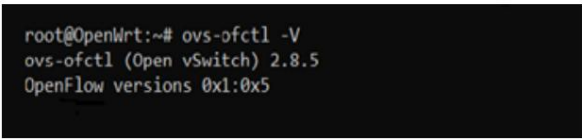
Chúng tôi đã thử nghiệm thực tế nguyên mẫu phát triển của chúng tôi về Wi-Fi AP dựa trên SDN để xác minh cấu hình được thiết kế. Chúng tôi đã thiết lập một thử nghiệm thử nghiệm bao gồm thiết bị Wi-Fi dựa trên SDN của chúng tôi được điều khiển bởi bộ điều khiển POX được cài đặt trong máy tính xách tay và điện thoại di động dưới dạng thiết bị truy cập Wi-Fi. Lưu ý rằng Open vSwitch của chúng tôi có thể hoạt động tốt với các bộ điều khiển SDN khác như Ryu, NOX, OpenDaylight,.

Hình 3 và 4 mô tả cấu hình OpenFlow của thiết bị được phát triển của chúng tôi theo thiết kế. Nó đã chứng minh rằng nguyên mẫu AP đã được kết nối thành công với bộ điều khiển tại địa chỉ IP là 192.168.1.10 thông qua cổng TCP (số cổng TCP là 6633). Hơn nữa, các phiên bản của

phần mềm OVS đã triển khai và giao thức OpenFlow đang vận hành lần lượt là 2.8.5 và 1.5.

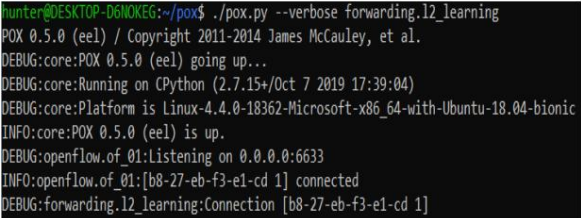


Hình 3. Cấu hình SDN của nguyên mẫu Wi-Fi AP.



Hình 4. Phiên bản của các thành phần SDN (OpenFlow và Open vSwitch).

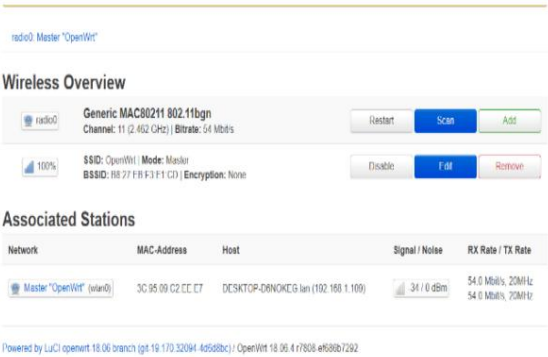
Nguyên mẫu Wi-Fi AP dựa trên SDN sau đó được kích hoạt như một công tắc không dây bằng cách áp dụng chương trình điều khiển POX tương ứng (forwarding.12_learning) đã được giới thiệu trong phần II. Hình 5 cho thấy thiết bị đã hoạt động bình thường để cung cấp kết nối luồng. Trên thực tế, tùy thuộc vào chương trình điều khiển được áp dụng, thiết bị của chúng tôi có thể được triển khai với bất kỳ thiết bị chức năng mạng phù hợp nào như switch, router, tường lửa, .



Hình 5. CLI của bộ điều khiển POX trên máy tính xách tay.

Ngoài ra, Hình 6 mô tả cấu hình dựa trên Web và giao diện O&M (Vận hành và Bảo trì) của thiết bị được phát triển. Tương tự như các Aps Wi-Fi thông thường, cấu hình thiết bị về mặt thông số Wi-Fi bao gồm số kênh, phiên bản tiêu chuẩn Wi-Fi và thông tin trạm liên quan có thể được thiết lập và kiểm soát.

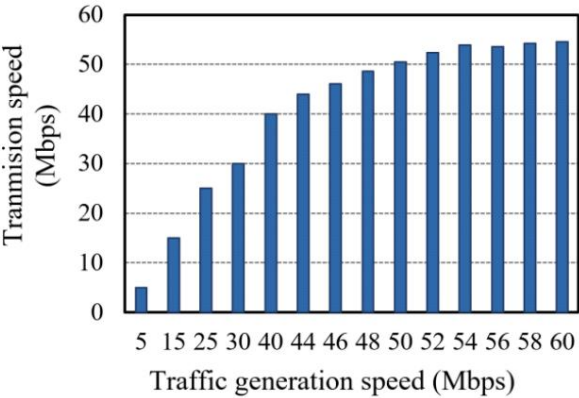
Thiết bị của chúng tôi có thể hỗ trợ ba chuẩn Wi-Fi là 802.11b/g/n. Như minh họa trong Hình 6, một máy tính xách tay được kết nối qua Wi-Fi 802.11g với tốc độ 54 Mbit/s trên kênh số 11 với tần số sóng mang là 2,462 GHz. Thông tin chi tiết bao gồm địa chỉ MAC, tên máy chủ, giá trị tín hiệu/nhiều hiện tại và tốc độ RX/TX cũng có thể được cung cấp trên giao diện Web.



Hình 6. Giao diện dựa trên Web có thể định cấu hình của nguyên mẫu Wi-Fi AP dựa trên SDN.

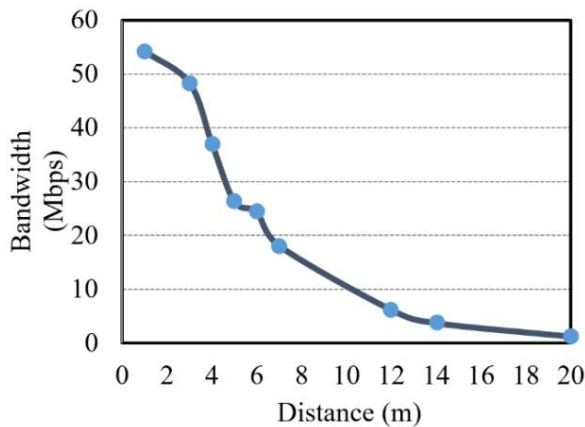
B. Đánh giá hiệu suất

Trong phần này, chúng tôi đã kiểm tra thực tế hiệu suất, về tốc độ kết nối, của Wi-Fi AP dựa trên SDN do chúng tôi phát triển. Sử dụng thiết lập thử nghiệm tương tự như thiết lập từ phần trước, thiết bị đã phát triển được điều khiển bởi bộ điều khiển POX được cài đặt trong máy tính xách tay để cung cấp quyền truy cập Wi-Fi trong khi điện thoại di động hoặc máy tính xách tay được sử dụng làm trạm phát Wi-Fi. Trạm Wi-Fi sử dụng Wi-Fi 802.11g cung cấp tốc độ tối đa 54 Mbps. Mỗi kịch bản thử nghiệm được lặp lại năm lần và kết quả trung bình của nó sau đó được tính toán và tóm tắt.



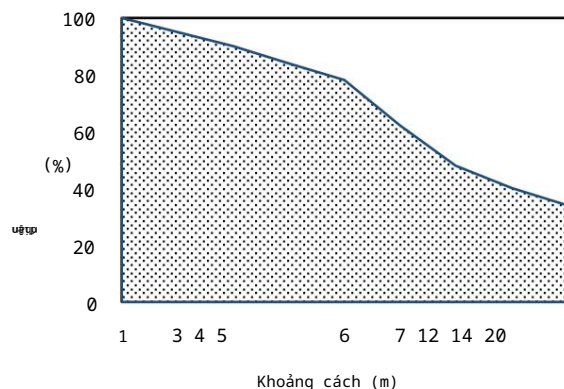
Hình 7. Tốc độ đường truyền.

Hình 7 cho thấy tốc độ thu được của nguyên mẫu đã phát triển khi lưu lượng do trạm di động tạo ra tăng từ 5 Mbps lên 60 Mbps. Kết quả xác nhận rằng tốc độ truyền tối đa là khoảng 54 Mbps, tốc độ giới hạn của 802.11g. Tốc độ nhận được tăng theo lưu lượng được tạo ra khi nó nhỏ hơn 54 Mbps, tuy nhiên, khi lưu lượng được truyền lớn hơn 54 Mbps, trạm di động chỉ có thể nhận tối đa 54 Mbps và giảm lưu lượng còn lại.



Hình 8. Sự phụ thuộc của băng thông vào khoảng cách.

Ngoài ra, để ước tính phạm vi phủ sóng của AP Wi-Fi dựa trên SDN, chúng tôi đã thử nghiệm và đo tốc độ truyền với khoảng cách kết nối khác nhau (khoảng cách giữa AP và trạm di động). Hình 8 cho thấy tác động của khoảng cách kết nối đến băng thông. Nó thông báo rằng băng thông đạt được sẽ giảm khi khoảng cách trở nên dài hơn. Khoảng cách phủ sóng của AP được phát triển bị hạn chế do sử dụng thẻ Wi-Fi tích hợp. Trên thực tế, phạm vi phủ sóng sẽ được mở rộng bằng cách sử dụng ăng-ten ngoài phù hợp, tuy nhiên, phần mở rộng này sẽ bị bỏ qua trong bài báo này và sẽ được nghiên cứu chi tiết hơn trong giai đoạn nghiên cứu tiếp theo để tìm ra các ứng dụng phù hợp cho thiết bị được phát triển.



Hình 9. Tỷ lệ phần trăm năng lượng nhận được so với khoảng cách.

Cuối cùng, chúng tôi cũng đo công suất nhận được của trạm di động để giải thích sự phụ thuộc của hiệu suất vào khoảng cách kết nối. Hình 9 minh họa sự phụ thuộc của công suất nhận được vào khoảng cách kết nối. Công suất nhận được tại trạm di động giảm đáng kể khi trạm di động đang di chuyển xa AP. Việc giảm công suất này giải thích tại sao băng thông của kết nối Wi-Fi giảm đi khi khoảng cách kết nối tăng lên. Một lần nữa, để đối phó với các kết nối tầm xa, cần phải trang bị cho thiết bị Wi-Fi AP dựa trên SDN đã phát triển một ăng-ten ngoài thích hợp.

IV. PHẦN KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi đã phát triển thành công một nguyên mẫu Wi-Fi AP dựa trên SDN có thể mở rộng với chi phí hiệu quả.

kích hoạt OpenFlow 1.5 cho giao tiếp IoT. Thiết bị được đề xuất, dựa trên Raspberry pi 3 và do đó, rất tiết kiệm chi phí, sử dụng chương trình cơ sở OpenWrt và phần mềm Open vSwitch. Bằng cách sử dụng công nghệ SDN, thiết bị do chúng tôi phát triển có thể được triển khai như một thiết bị mạng với nhiều chức năng khác nhau như hub, switch, tường lửa, ... phụ thuộc vào chương trình điều khiển dựa trên Python được cài đặt trong bộ điều khiển SDN. Hiệu suất Wi-Fi AP dựa trên SDN đã được xác minh bằng các thử nghiệm thử nghiệm. Các kết quả số thu được đã chứng minh hiệu suất hiệu quả và có thể mở rộng của nguyên mẫu Wi-Fi AP dựa trên SDN đã phát triển. Với card Wi-Fi tích hợp và không có ăng-ten ngoài, nguyên mẫu điểm truy cập SDN-Wi-Fi có thể phủ sóng trong phạm vi khoảng 20 mét. Thiết bị này có thể là một cách tiếp cận đầy hứa hẹn để tạo ra các thiết bị mạng IoT linh hoạt và hiệu quả.

NGƯỜI GIỚI THIỆU

- [1] Bizanis, Nikos và Fernando A. Kuipers, "SDN và các giải pháp ảo hóa cho Internet vạn vật: Một cuộc khảo sát", Truy cập IEEE, tập. 4, trang 5591-5606, 2016.
- [2] Samareesh Bera, Sudip Misra và Athanasios V. Vasilakos, "Mạng do phần mềm xác định cho Internet vạn vật: Khảo sát", Tạp chí Internet vạn vật của IEEE, tập. 4, không. 6, tr. 1994-2008, 2017.
- [3] Qin Zhijing, Grit Denker, Carlo Giannelli, Paolo Bellavista và Nalini Venkatasubramanian, "Kiến trúc mạng được xác định bằng phần mềm cho internet vạn vật", hội nghị chuyên đề quản lý và vận hành mạng IEEE 2014 (NOMS), trang 1-9, 2014.
- [4] Bizanis Nikos và Fernando A. Kuipers, "SDN và các giải pháp ảo hóa cho Internet vạn vật: Một cuộc khảo sát", Truy cập IEEE, tập. 4, trang 5591-5606, 2016.
- [5] Bakhshi, Taimur, "Những tiến bộ nghiên cứu hiện đại và gần đây trong mạng được xác định bằng phần mềm", Truyền thông không dây và Điện toán di động 2017, 2017.
- [6] Diego Kreutz, Fernando MV Ramos, Paulo Esteves Verissimo, Christian Esteve Rothenberg, Siamak Azodolmolky, và Steve Uhlig, "Mạng định nghĩa bằng phần mềm: Khảo sát toàn diện," Kỷ yếu của IEEE, tập. 103, không. 1, trang 14-76, 2015.
- [7] Hu Fei, Qi Hao và Ke Bao, "Một cuộc khảo sát về mạng được xác định bằng phần mềm và luồng mở: Từ khái niệm đến triển khai", Khảo sát & Hướng dẫn về Truyền thông của IEEE, tập. 16, không. 4, trang 2181- 2206, 2014.
- [8] Haque Israat Tanzeena, và Nael Abu-Ghazaleh, "Mạng được xác định bằng phần mềm không dây: Khảo sát và phân loại", Khảo sát & Hướng dẫn về Truyền thông của IEEE, tập. 18, không. 4, trang 2713- 2737, 2016.
- [9] Jararweh Yaser, Mahmoud Al-Ayyoub, Elhadj Benkhelifa, Mladen Vouk và Andy Rindos, "SDIoT: một nền tảng internet vạn vật được xác định dựa trên phần mềm", Tạp chí Ambient Intelligence and Humanized Computing, tập. 6, không. 4, trang 453-461, 2015.
- [10] Vipin Gupta, Karamjeet Kaur và Sukhveer Kaur, "Phát triển bộ chuyển mạch mạng được xác định bằng phần mềm có kích thước nhỏ với chi phí thấp bằng Raspberry Pi," Mạng thế hệ tiếp theo, trang 147-152. Springer, Singapore, 2018.
- [11] Kim, Hyunmin, Jaebeom Kim và Young-Bae Ko, "Phát triển thử nghiệm OpenFlow hiệu quả về chi phí cho Mạng được xác định bằng phần mềm quy mô nhỏ," Hội nghị quốc tế lần thứ 16 của IEEE về Công nghệ truyền thông tiên tiến (ICACT), trang 758-761, 2014.
- [12] Behnam Dezfouli, Vahid Esmaealzadeh, Jaykumar Sheth và Marjan Radi, "Đánh giá về mạng WLAN do phần mềm xác định: Kiến trúc và cơ chế điều khiển trung tâm," Hướng dẫn & Khảo sát Truyền thông của IEEE 21, số. 1, trang 431-463, 2018.
- [13] Hisham Elzain và Yang Wu, "Mặt phẳng điều khiển phân phối phẳng mạng lưới không dây được xác định bằng phần mềm," Internet tương lai, tập. 11, không. 8, trang 156- 2019.
- [14] Won Jin Lee, Jung Wan Shin, Hwi Young Lee và Min Young Chung, "Triển khai thử nghiệm để định tuyến lưu lượng mạng WLAN trong mạng lưới không dây được xác định bằng phần mềm," Hội nghị quốc tế lần thứ 8 năm 2016 về mạng phổ biến và tương lai (ICUFN), trang. 1052-1055, 2016.

- [15] Kristián Košťál, Rastislav Bencel, Michal Ries, Peter Trúchly và Ivan Kotuliak, "Kiến trúc SDN WLAN hiệu suất cao," Bộ cảm biến, tập. 19, không. 8, trang 1880- 2019.
- [16] Ahmed Abdelaziz, Ang Tan Fong, Abdullah Gani, Suleman Khan, Faiz Alotaibi, Muhammad Khurram Khan, "On Software-Defined Wireless Network (SDWN) Network Virtualization: Challenges and Open Issues", Tạp chí Máy tính, Tập 60, Số phát hành 10, tr. 1510-1519, tháng 10 năm 2017.
- [17] Hsu, Huai-Wen, Kuei-Li Huang, Yi-Chih Kao, Shi-Chun Tsai, và Yi-Bing Lin, "Triển khai dịch vụ WLAN với công nghệ OpenFlow", Tạp chí Quốc tế về Quản lý Mạng 27, số. 3, tr. e1970, 2017.
- [18] Alshtta, Abdalkrim M., Mohd Faizal Abdollah, và Ahmed Al Haiqi, "SDN trong nhà: Khảo sát các giải pháp mạng gia đình sử dụng Mạng được xác định bằng phần mềm", Cogent Engineering 5, số. 1, trang 1469949, 2018.
- [19] Miano Sebastiano và Fulvio Riso, "Chuyển đổi cổng gia đình truyền thống thành bộ chuyển đổi SDN được tăng tốc phần cứng", Tạp chí Quốc tế về Kỹ thuật Điện và Máy tính 10, số. 3, trang 2668, 2020.
- [20] Trang chủ chính thức của OpenWrt, <https://openwrt.org/>
- [21] John C. Shovic, "Các dự án IoT của Raspberry pi," Apress, 2016.
- [22] "Quý Raspberry Pi.", <https://www.raspberrypi.org/> [23] <https://openflow.stanford.edu/display/ONL/POX+Wiki.html> [24] Trang chủ chính thức của OpenvSwitch, <https://openvswitch.org> [25] https://standards.ieee.org/standard/802_11-2012.html [26] 802.11-2012 - Tiêu chuẩn IEEE cho công nghệ thông tin- Viễn thông và trao đổi thông tin giữa các hệ thống Mạng cục bộ và khu vực đô thị-Yêu cầu cụ thể Phần 11: Thông số kỹ thuật điều khiển truy cập trung bình (MAC) và lớp vật lý (PHY) của mạng LAN không dây. Công nghệ. Đại diện IEEE Std 802.11TM-2012, IEEE-Inst.
- [27] Liên minh Wi-Fi, <http://www.wi-fi.org>

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN THẬN TRUY NHẬP WI-FI ĐỊNH NGHĨA BẰNG PHẦN MỀM SỬ DỤNG Ø RASPBERRY PI 3 VÀ OPENWRT

Lê Hải Châu và Nguyễn Khắc Tuấn

Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

* Email liên hệ: chauh@ptit.edu.vn

Tóm tắt: Trong bài báo này, chúng tôi đã nghiên cứu và phát triển thành công một mẫu thiết bị truy nhập Wi-Fi định nghĩa bằng phần mềm cho truyền thông IoT. Thiết bị được phát triển dựa trên nền tảng Raspberry pi 3, sử dụng phần mềm cơ sở OpenWrt dựa trên nhân Linux và phần mềm chuyển mạch mã nguồn SDN mở vSwitch mở. Hệ thống này có khả năng tương thích với giao thức OpenFlow 1.5 và hỗ trợ giao diện WAN qua một cổng Ethernet có sẵn 100 Mbps. Hỗ trợ khai thác các điểm ưu tiên của công nghệ SDN, công nghệ mã nguồn mở và nền tảng máy tính kích thước nhỏ giá thành rẻ, mẫu thiết bị truy nhập Wi-Fi định nghĩa bằng phần mềm có giá thành chấp nhận được trong khi vẫn còn rất nhiều linh hoạt, có khả năng mở rộng tốt và cho phép hỗ trợ đầy đủ các tính năng mạng tiên tiến. Thiết bị này cũng có thể được phát triển khai thác thành các thiết bị mạng với các tính năng khác nhau như hub, switch, bộ định tuyến hay tường lửa,. bằng cách sử dụng phần mềm điều khiển được thiết lập và cài đặt trên bộ điều khiển SDN. Cấu hình và chức năng của mẫu thiết bị này đã được kiểm tra và xác minh thông qua các thí nghiệm

đo kiểm. Các kết quả đạt được có thể thể hiện hiệu quả và khả năng mở rộng linh hoạt của thiết bị được phát triển.

Từ khóa: Định nghĩa mạng bằng phần mềm, điểm truy cập Wi-Fi, OVS, OpenFlow.



Lê Hải Châu nhận bằng Kỹ sư Điện tử Viễn thông tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.

Công nghệ (PTIT) Việt Nam năm 2003, và M.Eng. và D.Eng. bằng Kỹ sư Điện và Khoa học Máy tính của Đại học Nagoya Nhật Bản lần lượt vào năm 2009 và 2012. Từ năm 2012 đến năm 2015, ông là nghiên cứu viên tại Đại học Nagoya Nhật Bản và Đại học California, Davis, Hoa Kỳ. Anh hiện đang là giảng viên Khoa Viễn thông tại PTIT. Lĩnh vực nghiên cứu của ông bao gồm các công nghệ quang học, thiết kế và tối ưu hóa mạng cũng như các công nghệ mạng trong tương lai.

Anh ấy là thành viên của IEEE.



Khắc-Tuấn Nguyễn là sinh viên năm 5 ngành Kỹ thuật Điện tử Viễn thông Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông Việt Nam, hiện thành viên tích cực của Mạng là thông tin Khoa Viễn thông I trường PTIT. Lĩnh vực nghiên cứu của ông bao gồm SDN, NFV và các công nghệ mạng trong tương lai.