

THIẾT KẾ MẠNG BĂNG RỘNG DÙNG RIÊNG CHO THÀNH PHỐ THÔNG MINH – THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Lê Quốc Cường*, Nguyễn Huỳnh Phương Bảo*, Trần Minh Tuấn*, Nguyễn Hữu Thịnh#, Nguyễn Đức Minh Quân#, Ngô Đức Huy#, Nguyễn Chế Minh Trí#, Nguyễn Hoàng Thành+, Huỳnh Thanh Tâm+, Trần Trung Duy+, Huỳnh Trọng Thưa+, Tân Hạnh+

*Sở Thông Tin và Truyền Thông Thành Phố Hồ Chí Minh

Công ty TNHH Hệ thống thông tin FPT

+Học Viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông Cơ Sở Tại Thành Phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Trước quá trình đô thị hóa nhanh chóng trên toàn cầu, khái niệm đô thị thông minh gắn với những giải pháp quản trị và công nghệ thông minh là một xu hướng phát triển tất yếu, nhằm giải quyết hiệu quả đồng thời các vấn đề về kinh tế, xã hội, môi trường. Trong đó, hạ tầng số đóng vai trò quan trọng và cũng là tiền đề cho các ứng dụng quản trị thông minh. Bài báo này nghiên cứu thiết kế mạng băng rộng dùng riêng cho thành phố thông minh. Cụ thể hơn, chúng tôi đề xuất những định hướng cơ bản để phát triển hạ tầng kết nối cho Thành phố Hồ Chí Minh, trong đó, nội dung trọng tâm là hướng đến việc hình thành hạ tầng viễn thông băng rộng dùng riêng phục vụ xây dựng đô thị thông minh, chính quyền điện tử, cũng như những giải pháp, nhiệm vụ cần triển khai để thúc đẩy sự phát triển của hạ tầng kỹ thuật số trên địa bàn Thành phố.

Từ khóa: Thành phố thông minh, cơ sở hạ tầng số, mạng băng rộng dùng riêng.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo như khảo sát vào năm 2012, khoảng 54% dân số thế giới sống trong những khu vực đô thị [1], và theo dự đoán tỷ lệ phần trăm này sẽ tăng lên 70% vào năm 2050. Việc đô thị hóa nhanh chóng, kéo theo sự gia tăng dân số, ô nhiễm môi trường, giao thông tắc nghẽn, v.v. Điều này đòi hỏi các nhà quản lý đưa ra các giải pháp hiệu quả để giải quyết các vấn đề, đặc biệt là các giải pháp thông minh sử dụng công nghệ thông tin và truyền thông (ICT), để hướng đến những tiêu chuẩn về một đô thị thông minh hay thành phố thông minh (smart city) [2]-[5]. Cho đến nay, thành phố thông minh đã trở thành xu hướng phát triển trên toàn thế giới. Trong tài liệu [6], “Smart city” được định nghĩa là các hoạt động quản lý thông minh về kinh tế, con người, chính phủ, giao thông, môi trường và các hoạt động sống gắn liền với việc đảm bảo môi trường, sử dụng năng lượng hiệu quả, giao thông thông minh sử dụng các công nghệ tích hợp giữa mạng Internet, điện tử, cảm biến và vật liệu. Trong tài liệu [7], các tác giả định nghĩa “Smart city” như những sự đầu tư trọng tâm về vốn con người, về giao thông, về ICT, tăng trưởng kinh tế bền

vững, chất lượng cuộc sống cao và quản lý hiệu quả nguồn tài nguyên. Nói tóm lại, thành phố thông minh sử dụng ICT là để kết nối giữa quản trị, kinh tế, hạ tầng và môi trường, nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống thông qua các tiện nghi đạt được.

Không nằm ngoài xu thế chung trên thế giới, tuy nhiên việc phát triển đô thị thông minh tại Việt Nam có nhiều đặc điểm và điều kiện riêng biệt. Như được phân tích trong tài liệu [8], đô thị hóa tại Việt Nam diễn ra nhanh chóng nhưng xuất phát điểm chưa cao. Bên cạnh những ưu điểm về dân số trẻ, năng động, quá trình quốc tế hóa và hội nhập nhanh, vẫn còn đó những trở ngại như năng suất lao động thấp, tiềm lực kinh tế và quản trị vẫn còn hạn chế, v.v. Từ các đặc điểm bối cảnh, tác giả trong công trình [8] đề xuất các giải pháp đổi mới quản trị và hệ thống quản trị hiệu quả nhằm phát huy sức mạnh và nguồn lực xã hội. Nhóm tác giả trong công trình [9] đã đúc kết kinh nghiệm phát triển thành phố thông minh trên thế giới, để từ đó đưa ra những bài học áp dụng hiệu quả vào Việt Nam, đặc biệt là những quốc gia có điều kiện khá tương đồng với nước ta như Malaysia, Thái Lan, Ấn Độ, Singapore. Trong các giải pháp được nêu ra, nhóm tác giả trong tài liệu [9] nhấn mạnh tầm quan trọng của việc phát triển hạ tầng cơ sở, làm tiền đề để xây dựng một hệ thống thông minh. Công trình [10] đã đề xuất mô hình xây dựng đô thị thông minh tại thành phố Hồ Chí Minh với 06 yếu tố tác động độc lập, bao gồm cuộc sống thông minh, dân cư thông minh, giao thông thông minh, môi trường thông minh, kinh tế thông minh và quản trị thông minh. Hơn nữa, từ các phân tích, tác giả đã xác định 03 yếu tố tác động quan trọng nhất khi xây dựng “Smart City” tại TP. Hồ Chí Minh theo thứ tự từ cao xuống thấp như sau: quản trị thông minh, dân cư thông minh và kinh tế thông minh.

Bài báo này nghiên cứu vấn đề phát triển cơ sở hạ tầng số (digital infrastructure) cho phát triển “Smart city” tại TP. Hồ Chí Minh, trong đó, xây dựng và phát triển hạ tầng viễn thông băng rộng dùng riêng của TP. Hồ Chí Minh là một nhiệm vụ quan trọng trong phát triển cơ sở hạ tầng số. Hạ tầng số bao gồm: i) hạ tầng viễn thông băng rộng, ii) điện toán đám mây, iii) hạ tầng kết nối internet vạn vật. Hạ tầng số theo nghĩa rộng còn có thể bao gồm iv) hạ tầng dữ liệu, v) nền tảng danh tính số và vi) các nền tảng để cung cấp công nghệ như là một dịch vụ. Với quy mô lớn về diện tích, kinh tế, dân số như TP.

Tác giả liên hệ: Tân Hạnh,

Email: tanhanh@ptithcm.edu.vn

Đến tòa soạn: 8/2022, chỉnh sửa: 11/2022, chấp nhận đăng: 12/2022.

Hồ Chí Minh, thì các vấn đề về thu thập nguồn thông tin, dữ liệu đa chiều, đa lĩnh vực để xử lý, điều phối, hoạch định chiến lược và đưa ra các quyết định điều hành, quản lý là một công việc đòi hỏi nhiều nỗ lực và cần sự chuẩn bị kỹ lưỡng.

Hạ tầng số là cơ sở cho việc sử dụng các công nghệ kỹ thuật số và tạo điều kiện cho sự tương tác giữa Chính quyền thành phố, doanh nghiệp và người dân. Sự sẵn sàng của cơ sở hạ tầng số không phải là yếu tố quyết định duy nhất đối với chuyển đổi số hay xây dựng đô thị thông minh, nhưng lại là yếu tố quan trọng nhất. Khả năng truy cập và cơ sở hạ tầng số đóng vai trò là nền tảng cho việc kết nối, trao đổi thông tin mang tính tự do và không giới hạn phạm vi trên toàn cầu. Với cơ sở hạ tầng số hiện đại cùng với chi phí phù hợp sẽ là nền tảng cho quá trình chuyển đổi số và xây dựng đô thị thông minh tại TP. Hồ Chí Minh. Hơn nữa, trong quá trình chuyển đổi số, xử lý và phân tích dữ liệu đóng vai trò vô cùng quan trọng và là cốt lõi cho việc thay đổi, phát triển các hoạt động kinh tế. Do đó, tăng cường khả năng truy cập và chia sẻ dữ liệu là rất quan trọng, đòi hỏi Thành phố phải đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng số để bảo đảm tốc độ, chất lượng, và tính sẵn sàng sao cho việc kết nối. Trong đó, xây dựng và phát triển hạ tầng mạng băng rộng cho TP. Hồ Chí Minh là một nhiệm vụ quan trọng trong phát triển cơ sở hạ tầng số, làm nền tảng cho sự thành công của đề án xây dựng đô thị thông minh tại TP. Hồ Chí Minh (xem đề án “Xây dựng thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh giai đoạn 2017 – 2020, tầm nhìn đến năm 2025” [11]).

Do đó, đóng góp chính của công trình này là thiết kế mô hình tổng thể cho hạ tầng băng rộng dùng riêng phục vụ các ứng dụng đô thị thông minh của Thành phố. Mục tiêu hướng đến của mạng băng rộng dùng riêng là:

- Mạng băng rộng dùng riêng là cơ sở hạ tầng tất yếu cho Thành phố thông minh. Qua đó đủ điều kiện để triển khai các dịch vụ số phục vụ cho chính quyền số, kinh tế số và xã hội số nhằm đáp ứng yêu cầu của người dân và doanh nghiệp.

- Mạng băng rộng dùng riêng là hạ tầng số cho việc triển khai Đề án Xây dựng Thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh giai đoạn 2017 – 2020, tầm nhìn đến 2025 và chương trình Chuyển đổi số của thành phố Hồ Chí Minh. Đây là hạ tầng cơ sở cho việc sử dụng các công nghệ kỹ thuật số, nội dung số và tạo điều kiện cho sự tương tác giữa Chính quyền thành phố, doanh nghiệp và người dân.

Phần còn lại của bài báo được tổ chức như sau: phần II phân tích hiện trạng hạ tầng thông tin tại TP. Hồ Chí Minh. Sau khi phân tích những vấn đề tồn đọng trong hạ tầng thông tin trong Phần III, Phần IV đưa ra thiết kế kiến trúc tổng thể cho mạng băng rộng dùng riêng cho Thành phố. Cuối cùng, các kết luận được đưa ra trong Phần V.

II. PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG HẠ TẦNG THÔNG TIN THÀNH PHỐ

Phần II phân tích hiện trạng hạ tầng thông tin tại TP. Hồ Chí Minh, tại trung tâm dữ liệu Thành phố, Mạng truyền dẫn số liệu chuyên dùng (Metronet) và kiến trúc Chính quyền điện tử (CQĐT) tại TP. Hồ Chí Minh (HCMC eGov 2.0).

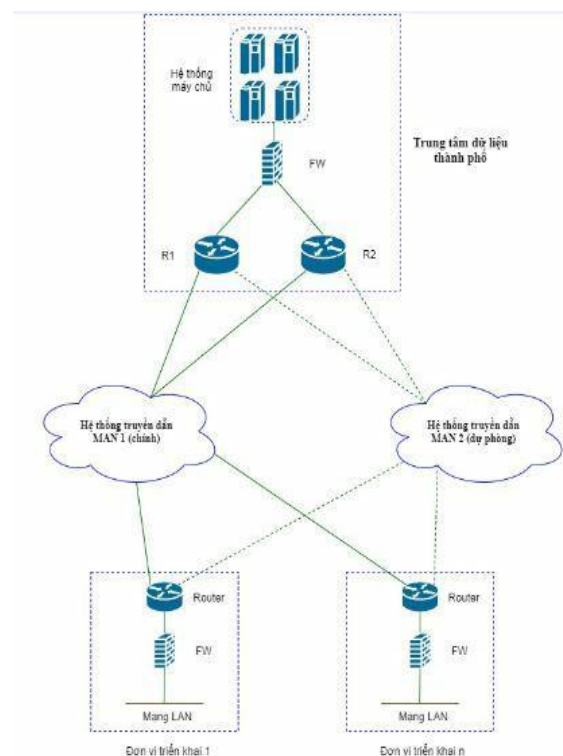
1. Trung tâm dữ liệu thành phố

TP. Hồ Chí Minh đã thực hiện triển khai tập trung các ứng dụng các sở, ngành, quận, huyện tại Trung tâm dữ liệu thành phố thuộc khuôn viên Công viên phần mềm Quang Trung và tăng cường an toàn an ninh thông tin cho hệ thống này. Hạ tầng trung tâm dữ liệu thành phố được xây dựng trên nền tảng hạ tầng điện toán đám mây hiện đại, đồng bộ, dự phòng theo các tiêu chuẩn quốc tế đạt cấp độ tương đương Tier 3, được đầu tư đầy đủ hệ thống và chính sách bảo vệ giám sát an ninh hiện đại, đảm bảo nguồn nhân lực chuyên trách về an toàn thông tin giám sát vận hành liên tục cơ sở dữ liệu (CSDL) của thành phố.

Kế đó, trung tâm điều hành hệ thống mạng băng thông rộng thành phố (NOC: Network Operations Center) và trung tâm giám sát an ninh mạng (SOC: Security Operations Center) cũng đã được hình thành. Hệ thống trung tâm này có bộ phận kỹ thuật chuyên trách về NOC và SOC với trang bị các thiết bị chuyên dùng nhằm đảm bảo an toàn thông tin cho các cơ quan nhà nước thành phố, kịp thời khắc phục các sự cố mất an ninh thông tin.

2. Mạng truyền dẫn chuyên dùng (Metronet)

Mạng truyền dẫn số liệu chuyên dùng của TP. Hồ Chí Minh (định danh là mạng MetroNet) do VNPT Thành phố đảm nhiệm kết nối vật lý và các chính sách an toàn an ninh thông tin cho mạng truyền số liệu này. Ủy ban nhân dân thành phố giao Sở Thông tin và Truyền thông phối hợp Viễn thông thành phố trực tiếp triển khai và đưa vào sử dụng mạng Metronet nhằm mục đích liên thông kết nối đường truyền số liệu giữa các sở, ban, ngành và



Hình 1. Mô hình tổng quan mạng Metronet Thành phố.

các quận huyện, phường xã trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh.

Hạ tầng mạng cơ bản được chia thành 3 hệ thống: mạng trung tâm dữ liệu, mạng metronet, mạng tại các đơn vị như trong Hình 1. Việc phân tách giúp giảm độ phức tạp, dễ quản lý, dễ mở rộng. Tại mỗi hệ thống cũng có sự phân tách thành những module, những phân đoạn mạng (segment) nhằm phân loại lưu lượng, phân loại chức năng, triển khai chính sách bảo mật.

Mạng metronet: Dựa trên công nghệ MPLS, mỗi đơn vị được tổ chức vào các VRF riêng, lưu lượng mỗi đơn vị được phân lập trên hạ tầng mạng metronet chung.

Hệ thống mạng tại trung tâm dữ liệu được thiết kế có tính dự phòng, trang bị các thiết bị cấu hình HA (high availability), nhiều kết nối đồng thời, đảm bảo đáp ứng tính sẵn sàng cao của hệ thống mạng.

Tại trung tâm dữ liệu, trang bị nhiều đường truyền kết nối internet cả trong nước và quốc tế, đáp ứng đủ và luôn sẵn sàng cho kết nối internet. Trang bị 2 kênh truyền metronet cùng 2 thiết bị router cho kết nối tại trung tâm dữ liệu. Thành phố đã có kế hoạch triển khai mạng Metronet dự phòng, tăng tính sẵn sàng cao cho các đơn vị kết nối về Trung tâm dữ liệu.

Hiện tại, kênh truyền Metronet tại các đơn vị cấp 1 (cấp Quận/Huyện) được kết nối trực tiếp về trung tâm dữ liệu. Kênh truyền Metronet tại các đơn vị cấp 2 (cấp Xã/Phường) được kết nối về đơn vị cấp 1 tương ứng. Bảng thông đường truyền cho mỗi đơn vị được cấp phát tùy thuộc vào nhu cầu, hiện trạng, thấp nhất là 1Mbps, cao nhất là 200Mbps, và tổng băng thông các đơn vị sử dụng trên mạng Metronet hiện tại là khoảng 3Gbps. Tại trung tâm dữ liệu, mạng được trang bị 2 kênh truyền, mỗi kênh 5Gbps, hiện đang đáp ứng đủ so với 3Gbps tổng băng thông từ các đơn vị. Từ năm 2021, Thành phố bắt đầu kế hoạch triển khai Metronet dự phòng.

Toàn bộ hệ thống mạng được sử dụng định tuyến tĩnh (static route) để định tuyến các mạng chi nhánh về trung tâm dữ liệu cũng như các vùng mạng trong trung tâm dữ liệu với nhau. Trung tâm dữ liệu được trang bị hai thiết bị định tuyến Juniper MX960, gom các luồng tất cả các đơn vị kết nối về trung tâm. Hai thiết bị này được cấu hình VRRP để tăng tính sẵn sàng (high availability).

Tại mỗi đơn vị, được cấp phát một dải IP private, chiều dài tùy thuộc quy mô và số lượng thiết bị tại từng đơn vị. Các đơn vị cấp 1 được cấp IP đầu nối kết nối về trung tâm dữ liệu, định tuyến đến mạng trung tâm dữ liệu thông qua VIP VRRP của thiết bị MX960. Các đơn vị cấp 2 được cấp IP đầu nối kết nối về đơn vị cấp 1 tương ứng. Tại tất cả các đơn vị, định tuyến tĩnh ra Internet tại các thiết bị router, firewall trang bị tại từng site đơn vị.

3. Kiến Trúc Chính Quyền Điện Tử TP. Hồ Chí Minh

Kiến trúc CQĐT (E-Government) TP. HCM là kế hoạch nhằm xác định các bước tiếp theo trong lộ trình của TP. HCM muốn đạt tới mục tiêu Chính quyền số thông minh, trong đó hỗ trợ xây dựng đô thị thông minh là một lĩnh vực trọng tâm. Kiến trúc CQĐT đưa ra những định hướng, nguyên tắc và hướng dẫn về ICT để hỗ trợ việc triển khai Đề án Đô thị thông minh, đặc biệt là các giải pháp về thu thập và khai thác dữ liệu. CQĐT là việc

chính quyền sử dụng ICT, đặc biệt là Internet, như một công cụ để đạt được hiệu quả tốt hơn.

Chính quyền số (Digital Government) là việc sử dụng các công nghệ số, như một phần thiết yếu trong các chiến lược hiện đại hóa chính quyền thành phố để tạo ra các giá trị công. Quá trình này dựa trên một hệ sinh thái chính quyền số bao gồm các tác nhân liên quan đến các cơ quan nhà nước thuộc thành phố, các tổ chức phi Chính phủ, doanh nghiệp, tổ chức xã hội và người dân, thúc đẩy sự tạo ra và truy cập dữ liệu, dịch vụ và nội dung thông qua sự tương tác với chính quyền.

Tầm nhìn xây dựng CQĐT định hướng Chính quyền số của TP. Hồ Chí Minh được xác định như sau:

- Từ năm 2010 đến nay, Thành phố đã tập trung xây dựng CQĐT liên thông trên cơ sở triển khai hệ thống Một cửa điện tử, Một cửa điện tử liên thông và dịch vụ công trực tuyến.

- Bắt đầu từ năm 2018, mục tiêu là chuyển qua CQĐT di động và triển khai dịch vụ công trên kênh điện thoại thông minh với độ tương tác cao hơn.

- Sau giai đoạn CQĐT di động, chiến lược trung hạn của Thành phố sẽ là tiến đến xây dựng CQĐT thông minh trong các năm 2020 đến 2025, trên cơ sở công nghệ dữ liệu lớn, dữ liệu mở, trí tuệ nhân tạo AI, điện toán đám mây và tận dụng kênh mạng xã hội để cung cấp các dịch vụ công thông minh cho người dân và doanh nghiệp.

- Sau năm 2025, là giai đoạn CQĐT cá nhân hoá, khi các dịch vụ công được thực hiện tự động bởi các tương tác giữa máy và máy.

III. NHỮNG VẤN ĐỀ TỒN ĐỘNG

Mục này phân tích những vấn đề tồn đọng trong cơ sở hạ tầng thông tin Thành phố. Những phân tích này làm tiền đề cho việc xây dựng và thiết kế hạ tầng số cho Thành phố.

1. Mạng Metronet

Trong mục này, chúng tôi phân tích những điểm tồn đọng của mạng Metronet dựa trên các đặc tính như sau:

Về tính sẵn sàng: đầu tiên, trung tâm dữ liệu chưa xây dựng trung tâm dữ liệu dự phòng. Kế tiếp, việc thiết kế định tuyến tĩnh trong toàn bộ hệ thống mạng có thể giúp hệ thống mạng quản trị đơn giản, chặt chẽ và an toàn. Tuy nhiên, khi có thay đổi hoặc sự cố đường truyền, cần được giám sát và xử lý kịp thời, hệ thống có thể gián đoạn trước khi được định tuyến lại sang đường dự phòng.

Về khả năng giám sát và vận hành: Đầu tiên, do trung tâm dữ liệu được thuê từ Doanh nghiệp viễn thông (dưới dạng dịch vụ IaaS), nên hạ tầng mạng tại trung tâm dữ liệu được sử dụng chung hạ tầng của Doanh nghiệp viễn thông. Theo đó, việc giám sát, vận hành mạng tại Trung tâm dữ liệu phụ thuộc hoàn toàn vào chính sách chung của Doanh nghiệp viễn thông. Trong khi đó, hạ tầng Metronet được thuê thông qua một đơn vị viễn thông khác. Các kênh Metronet chỉ giám sát được trạng thái up/down kênh truyền, chưa hoàn thiện hệ thống giám sát được băng thông, độ trễ, nghẽn, dẫn đến khó khăn trong việc xử lý các sự cố về chất lượng mạng, cũng như

không có cơ sở để đề xuất nâng cấp, cải thiện đường truyền. Hơn nữa, với hiện trạng và cách thức tổ chức giám sát như trên gây nhiều khó khăn trong giám sát và tìm nguyên nhân khi có sự cố hoặc chất lượng mạng. Do đó, cần tổ chức lại hệ thống giám sát, cần có cơ chế phân tách lưu lượng (segmentation) end-to-end, nâng cao tính thấu thị (visibility) trên cả hệ thống mạng, đảm bảo TTCNTT có thể giám sát đầy đủ kết nối end to end từ các thiết bị đầu cuối tại đơn vị đến hạ tầng cloud của CQĐT. Triển khai giám sát được chất lượng đường truyền, hiệu suất thiết bị, nhằm phát hiện đầy đủ, kịp thời các vấn đề về thiết bị và kết nối, tăng cường khả năng và đẩy nhanh thời gian xử lý khi có sự cố xảy ra. Theo dõi sát sao tình hình sử dụng tài nguyên mạng để có kế hoạch nâng cấp, thay thế bổ sung kịp thời.

Về khả năng mở rộng: Với khả năng phát triển IoT, Smart City, việc thu thập dữ liệu hình ảnh, dữ liệu cảm biến trên phạm vi quy mô rộng sẽ đặt thách thức cho vấn đề truyền dẫn dữ liệu trong mạng thành phố, đặc biệt đối với mạng Metronet vốn dĩ hạn chế về băng thông, chi phí cao, thiếu tính di động và linh hoạt. Cần có thêm kiến trúc mạng truyền dẫn hoạt động bổ sung, dự phòng, chia tải với hạ tầng Metronet trong tương lai.

Đối với các đơn vị cấp Sở, ngành, UBND quận huyện, căn cứ khảo sát trong năm 2019 của Sở Thông tin và Truyền thông về hạ tầng công nghệ thông tin, tại mỗi đơn vị được trang bị thiết bị tường lửa làm gateway kết nối Internet và Metronet. Các đơn vị kết nối vào mạng Metronet để kết nối về trung tâm dữ liệu để truy cập các ứng dụng tại trung tâm dữ liệu (TTDL) Thành phố. Đối với đơn vị cấp Quận/Huyện, có 02 đường Metronet, trong đó, 01 kết nối về Trung tâm dữ liệu, và 01 đường tạo kết nối xuống các Xã/Phường và các đơn vị trực thuộc.

Các đơn vị sử dụng các switch access kết nối người dùng, đồng thời quy hoạch VLAN theo từng phòng ban, không sử dụng các chính sách chứng thực truy cập (NAC, 802.1X...). Hệ thống mạng nội bộ chưa được giám sát, đường truyền và băng thông mạng metronet được giám sát và cảnh báo tự động do đội ngũ kỹ thuật của Trung tâm CNTT-TT Thành phố. Cấu hình các thiết bị mạng không thường xuyên được sao lưu định kỳ hoặc chỉ sao lưu khi có thay đổi cấu hình.

Các đơn vị tự quản lý đường truyền Internet, thiết bị phát sóng Wifi, thiết bị chuyên mạch... Đối với đường truyền Metronet, được quản lý bởi Trung tâm CNTT-TT Thành phố.

2. Hệ Thống Camera Giám Sát

Theo thống kê của Sở Thông tin và Truyền thông vào năm 2018, toàn Thành phố có hơn 60.000 camera được lắp đặt tại các quận huyện, phường xã và hơn 2.000 camera được lắp đặt phục vụ công tác giám sát chuyên ngành của Sở Giao thông vận tải và Công an Thành phố. Tất cả các hệ thống camera đều hoạt động cơ bản riêng lẻ, chưa kết nối, tích hợp về dữ liệu, cũng như chưa được triển khai trên một hạ tầng viễn thông dùng riêng, đảm bảo an ninh an toàn thông tin. Hệ thống mạng truyền dẫn cho các camera giám sát chủ yếu được phát triển theo nhu cầu, theo từng dự án, chưa có quy hoạch hay định hướng bài bản và phụ thuộc rất nhiều vào hạ tầng, chất lượng dịch vụ, giá thành thuê hạ tầng của các doanh nghiệp viễn thông.

Nhận xét: Từ các phân tích hiện trạng và các vấn đề tồn đọng, ta thấy rằng TP. Hồ Chí Minh cần thiết xây dựng mạng băng rộng dùng riêng để phục vụ riêng cho Thành phố, để chủ động về kiểm soát, bảo mật thông tin. Qua đó, bài báo sẽ làm rõ nên xây dựng mạng dùng riêng ở cấp vật lý, luận lý sao cho đáp ứng yêu cầu xây dựng đô thị thông minh tại TP. Hồ Chí Minh.

IV. THIẾT KẾ KIẾN TRÚC TỔNG THỂ CHO MẠNG BĂNG RỘNG

1. Nguyên Tắc Thiết Kế

Mục tiêu chính của thiết kế kiến trúc tổng thể của mạng băng thông rộng là phục vụ triển khai đồng thời các ứng dụng Đô thị thông minh, Chính quyền điện tử, sẵn sàng là nền tảng kết nối cho các hệ thống IoT của Thành phố trong tương lai. Bên cạnh mục tiêu chung nêu trên, thiết kế kiến trúc tổng thể này cần phải tuân thủ các nguyên tắc sau:

a) Tính tuân thủ: đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn Liên hiệp Viễn thông Quốc tế (ITU) trong lĩnh vực viễn thông và công nghệ thông tin, các hướng dẫn sử dụng mạng TSLCD của Bộ Thông tin và Truyền thông.

b) Tính kế thừa: sử dụng các thế mạnh của công nghệ phổ biến và tiên tiến nhất hiện nay trên thế giới trong lĩnh vực viễn thông và công nghệ thông tin bao gồm SDN (Software Defined Network), IPv6, MPLS, Segment Routing, Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Cloud computing...

c) Hiệu quả đầu tư: đảm bảo kế thừa và tận dụng các hạ tầng mạng sẵn có như mạng TSLCD của Thành phố, các loại dịch vụ kết nối truyền dẫn của các doanh nghiệp Viễn thông triển khai trong Thành phố. Đồng thời hạ tầng mạng băng rộng phải đảm bảo năng lực xử lý và vòng đời thiết bị trong nhiều năm tiếp theo (tối thiểu 5 năm, hoặc lên tới 10 năm tùy từng loại thiết bị).

d) An toàn bảo mật: đảm bảo an toàn thông tin, phát hiện các mối đe dọa nhanh chóng, thực hiện các chính sách và cách ly sự cố vi phạm chính sách an ninh mạng từ nhiều nguồn (từ các mạng đầu cuối, từ thiết bị Client và tài nguyên Cloud), đảm bảo tuân thủ các quy định, hướng dẫn của Bộ Thông tin và Truyền thông.

e) Chất lượng dịch vụ: đảm bảo chất lượng dịch vụ cho các ứng dụng thuần dữ liệu, ứng dụng thoại và hình ảnh, các ứng dụng IoT.

f) Khả năng dự phòng và sẵn sàng: đảm bảo khả năng dự phòng về kênh truyền dữ liệu, mức độ sẵn sàng đáp ứng cao cho các thành phần quan trọng trong lớp lõi của mạng băng rộng.

g) Khả năng mở rộng: đảm bảo đáp ứng được sự tăng trưởng lớn của lưu lượng mạng theo nhu cầu triển khai các ứng dụng mới của Đô thị thông minh.

h) Quản lý, giám sát: đảm bảo sự thuận tiện, đơn giản hóa trong khâu quản lý, giám sát và vận hành toàn bộ hạ tầng Mạng băng thông rộng cho Thành phố thông minh.

2. Thiết Kế Kiến Trúc Tổng Quan

Dựa trên các nguyên tắc thiết kế, kiến trúc tổng thể của mạng băng thông rộng cho Thành phố thông minh được thể hiện trên Hình 2, trong đó hạ tầng mạng băng rộng dùng riêng của Thành phố để đảm bảo đáp ứng các mục tiêu phục vụ nhu cầu kết nối, truyền tải dữ liệu cho hệ thống CNTT, ứng dụng và dịch vụ của chính quyền số. Kế tiếp, mạng băng rộng dùng riêng này cũng sẽ phục vụ hạ tầng thiết bị kết nối (camera, WiFi APs, Wireless IoT devices, IoT sensors) phục vụ các ứng dụng thông minh như giao thông, giám sát, chiếu sáng, môi trường, v.v.

Mạng được phân cấp thành 3 lớp: Lớp Core, Lớp Aggregation và Lớp Access. Đây là hạ tầng để đảm bảo sự kết nối, đáp ứng nhu cầu phát triển của hạ tầng mạng một cách mềm dẻo và đảm bảo sự bền vững lâu dài. Mỗi lớp có vai trò và chức năng cụ thể như sau:

a) Lớp Access: Lớp này cung cấp các loại cổng giao diện để truy cập vào mạng thông qua các công nghệ truy cập cho các thiết bị mạng đầu xa và các thiết bị IoT. Kế tiếp, các thiết bị truy cập ở lớp Access hỗ trợ nhiều công nghệ truy cập cho các thiết bị endpoint (camera, IoT devices), gồm Wired Ethernet, Wi-Fi, Long Range WAN (LoRaWAN), Wireless Smart Utility Network (Wi-SUN). Hơn nữa, lớp Access bao gồm các thiết bị truy cập được qui hoạch phân bố theo cấu trúc địa lý và quản lý hành chính của Thành phố, được kết nối dạng vòng Ring để đảm bảo luồng dữ liệu được liên thông và dự phòng. Các thiết bị truy cập trong lớp Access được tổ chức theo từng PoP (Point of Presence), được định nghĩa là "Điểm tập trung các kết nối" của mạng, trong đó mỗi PoP có thể đại diện cho một Quận, Huyện hoặc Phường/Xã theo cấu trúc tổ chức hành chính và phạm vi địa lý của Thành phố.

b) Lớp Aggregation: Lớp này là điểm tập hợp lưu lượng đến từ lớp Access. Lớp Aggregation cũng là điểm giao tiếp, kết nối liên thông cho các hệ thống mạng biên như các Trung tâm điều hành vệ tinh, Điện toán Đám mây biên. Lớp Aggregation cũng được xem như một vùng đệm cho phép dự phòng mở rộng theo nhu cầu và sự phát triển mạng ở từng giai đoạn. Chẳng hạn khi Thành phố cần mở rộng thêm các vòng Ring cung cấp truy cập cho các thiết bị IoT của các ứng dụng mới thì hệ thống được triển khai nhanh chóng và dễ dàng. Điều này sẽ không tác động và ảnh hưởng lớp Core của mạng. Các thiết bị trong lớp Aggregation cũng sẽ được phân bố đến các PoP, tùy thuộc số lượng Ring trong mạng PoP để xác định số lượng thiết bị Aggregation, năng lực xử lý và số lượng giao diện kết nối cần thiết. Hơn nữa, ở mức tối thiểu, mỗi PoP cần đảm bảo một cặp thiết bị Aggregation để cung cấp tính dự phòng và sẵn sàng cao về mặt thiết bị và kết nối, loại bỏ hoàn toàn sự cố tại điểm lỗi đơn lẻ.

c) Lớp Core: Là lớp lõi của mạng băng rộng cho Thành phố thông minh, sẽ hội tụ các kết nối đến từ các thiết bị trong lớp Aggregation. Lớp Core cũng là điểm giao tiếp, kết nối liên thông cho các hệ thống mạng khác như mạng MetroNet (TSLCD), Trung tâm điều hành ĐTTM (NOC, SOC), Trung tâm Dữ liệu (DCs) và Điện toán Đám mây (private/public Cloud) & Kho dữ liệu (Data Warehouse) dùng chung của Thành phố. Đặc điểm của lớp Core cần phải đảm bảo khả năng xử lý tổng dung lượng truyền dẫn liên thông trong toàn mạng, độ ổn định, mức độ sẵn sàng ở mức cao nhất. Ở mức tối thiểu, lớp Core cần triển khai tách làm hai Trung tâm vùng (như trên Hình 2 ký hiệu là Central) để phân bổ lưu lượng ở

lớp Aggregation. Trong mỗi Trung tâm vùng sẽ trang bị 1 cặp thiết bị Core với các kết nối dự phòng vật lý đến Trung tâm vùng còn lại.

3. Kiến Trúc Tổng Quan Mô Hình Mạng Luận Lý

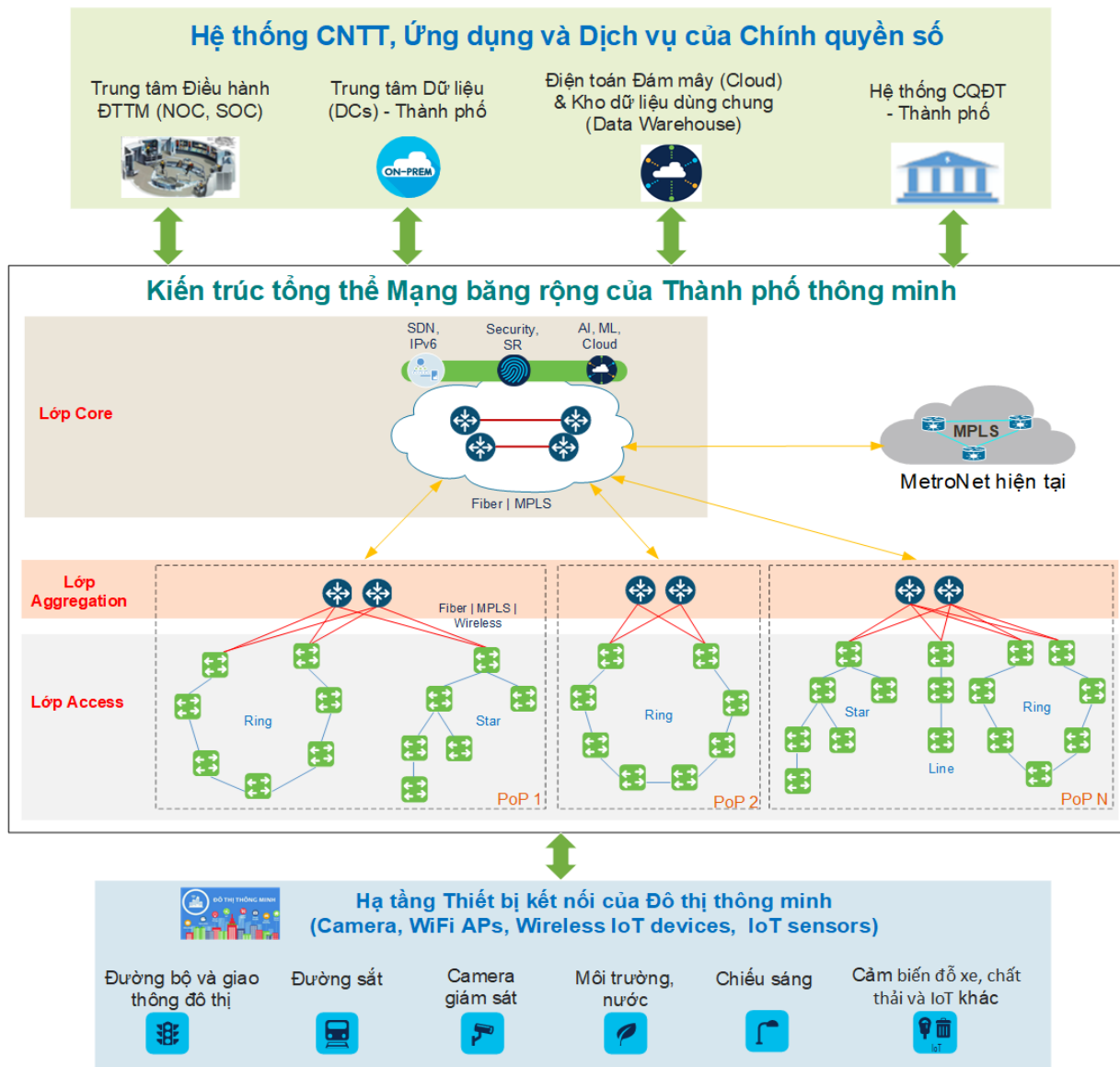
Hình 3 thể hiện rõ hơn mô hình luận lý (logical) của Mạng băng rộng cho Thành phố thông minh. Như đã đề cập trong Hình 2, mô hình mạng luận lý của Mạng băng rộng cho Thành phố thông minh có cấu trúc 3 lớp bao gồm lớp Core, lớp Aggregation và lớp Access.

Tại lớp Core, thiết bị Core sẽ kết nối đến các thiết bị Aggregation, tích hợp với thiết bị core trong mạng MetroNet (TSLCD) hiện tại. Các Trung tâm điều hành ĐTTM (NOC, SOC), Trung tâm Dữ liệu (DCs) và Điện toán Đám mây (private/public Cloud) và Kho dữ liệu (Data Warehouse) dùng chung của Thành phố cũng sẽ được kết nối trực tiếp với các thiết bị Core để cung cấp dịch vụ quản lý, vận hành, khai thác mạng cũng như các dịch vụ phân tích, trích xuất dữ liệu của đô thị thông minh cho toàn bộ các đối tượng được Thành phố phân quyền sử dụng.

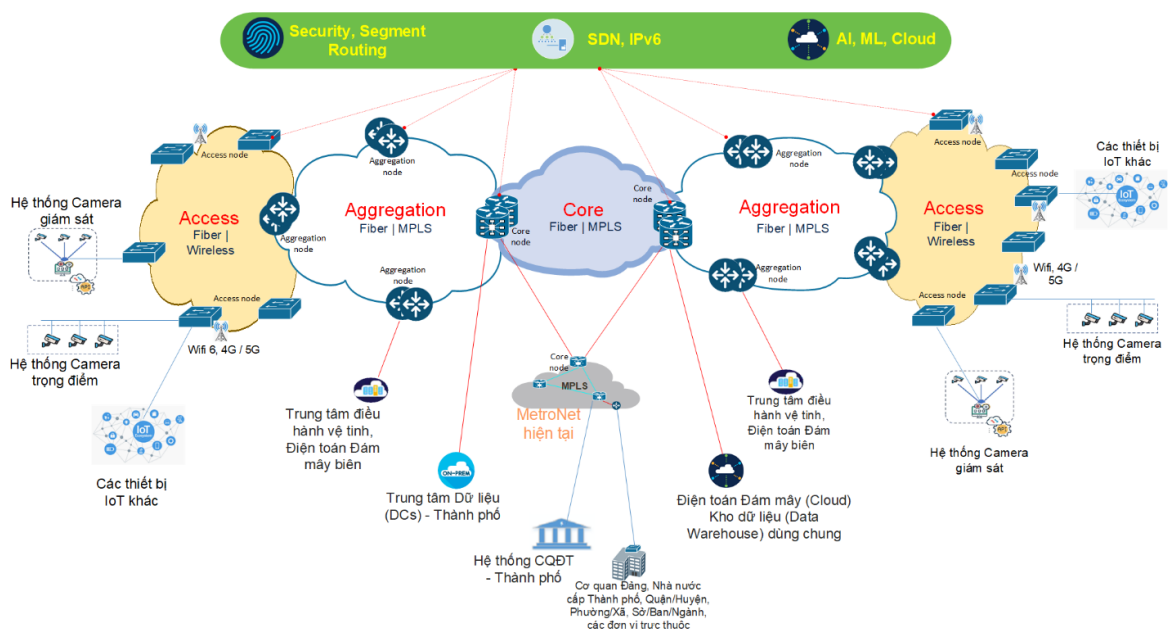
Tại lớp Aggregation, các thiết bị Aggregation sẽ đảm nhận kết nối toàn bộ lưu lượng đến từ các thiết bị truy cập thuộc PoP tương ứng. Tiếp đó, các lưu lượng có thể đổ về Trung tâm điều hành vệ tinh, hoặc các hệ thống điện toán Đám mây biên mà được kết nối trực tiếp đến các thiết bị Aggregation để đảm bảo khả năng xử lý dữ liệu phân tán và trả kết quả nhanh chóng, hoặc tùy thuộc ứng dụng mà lưu lượng sẽ chuyển tiếp qua lớp Core để hướng về các Trung tâm Dữ liệu (DCs) và Kho dữ liệu (Data Warehouse) dùng chung của Thành phố để phân tích, tính toán xử lý và trả lại kết quả, hoặc đơn giản chỉ để lưu trữ phục vụ dự báo...

Tại lớp Access, các thiết bị Access sẽ cung cấp các loại cổng giao diện kết nối cho các thiết bị endpoint như thiết bị camera giám sát an ninh, camera trọng điểm giám sát hình ảnh giao thông, các thiết bị thuộc các hệ thống IoT khác được triển khai trong tương lai.

Với một hệ thống mạng có qui mô lớn và phục vụ nhu cầu phát triển các ứng dụng trong Đô thị thông minh và Chính quyền số, việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến trên thế giới như SDN, IPv6, MPLS, Security, Segment Routing, Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Cloud computing vào việc thiết kế, triển khai xây dựng hạ tầng mạng băng rộng dùng riêng của Thành phố cũng như trợ giúp đội ngũ các nhà quản lý, qui hoạch cấp phát, vận hành, khai thác tại các Trung tâm điều hành mạng (NOC, SOC) là một nhu cầu tất yếu. Các thành phần thiết bị ở lớp các lớp mạng phải có khả năng lập trình điều khiển theo kiến trúc mạng SDN, với các giao diện lập trình APIs (Application programming interfaces) và công cụ hỗ trợ cho việc phát triển phần mềm (Software Development Kit – SDK). Tất cả các công nghệ và công cụ tiên tiến này sẽ cho phép các đội ngũ quản lý và IT tại Trung tâm Điều hành mạng băng rộng (NOC) và Trung tâm An toàn thông tin (SOC) có thể dễ dàng quản lý, vận hành, khai thác, khắc phục sự cố, tối ưu hóa mạng, triển khai, thực thi các chính sách an toàn an ninh mạng một cách thống nhất từ Trung tâm xuống tới tận từng nút mạng và thiết bị kết nối.



Hình 2. Kiến trúc tổng thể Mạng băng rộng cho Thành phố thông minh.



Hình 3. Mô hình mô hình luận lý (logical) của Mạng băng rộng cho Thành phố thông minh.

4. Đánh Giá Mô Hình Thiết Kế

Trong mục này, chúng tôi sẽ đánh giá mô hình thiết kế theo các tiêu chí và mục tiêu đã đề ra.

a) Tính sẵn sàng: Tính sẵn sàng sẽ đảm bảo cho dữ liệu và dịch vụ luôn được truy cập nhất quán và dễ dàng cho các bên tham gia.

Trong lớp Core, về mặt thiết bị, lớp Core gồm hai Trung tâm vùng (2 Central) để phân bổ lưu lượng đến lớp Aggregation. Trong mỗi Central có trang bị một cặp thiết bị Core Router. Cặp thiết bị này chạy song song vừa đảm bảo phân tải lưu lượng, vừa đảm bảo tính dự phòng. Trong trường hợp một trong hai Central bị sự cố (có thể do yếu tố thiên nhiên hoặc lỗi thiết bị) thì Central còn lại sẽ cung cấp dịch vụ cho toàn mạng. Do đó, lớp Core đảm bảo được tính sẵn sàng về mặt thiết bị. Về mặt kết nối, thiết kế lớp Core có topology Full-mesh, trong đó mỗi thiết bị Core Router tại mỗi Central đều có hai đường kết nối vật lý đến hai Core Router của Central còn lại. Bên cạnh đó, hai thiết bị Core Router trong mỗi Central có 2 kết nối 10 Gbps đến nhau. Do đó, mô hình thiết kế lớp Core đảm bảo tính sẵn sàng về mặt kết nối.

Xét đến lớp Aggregation, về mặt thiết bị, mỗi PoP đều có ít nhất hai thiết bị Router của lớp Aggregation để cung cấp tính dự phòng và sẵn sàng. Trong trường hợp một thiết bị ở lớp Aggregation bị ngưng hoạt động thì các kết nối đến lớp Core và lớp Access đều được thực hiện bởi thiết bị còn lại. Do đó, mô hình thiết kế ở lớp Aggregation đảm bảo tính sẵn sàng về mặt thiết bị. Về mặt kết nối đến lớp Access: mỗi thiết bị Aggregation đều có kết nối đến 2 Switch của lớp Access. Khi một đường truyền bị sự cố, lưu lượng dữ liệu sẽ chạy trên đường còn lại. Do đó mô hình kết nối ở lớp Aggregation đảm bảo tính sẵn sàng về mặt kết nối đến lớp Access.

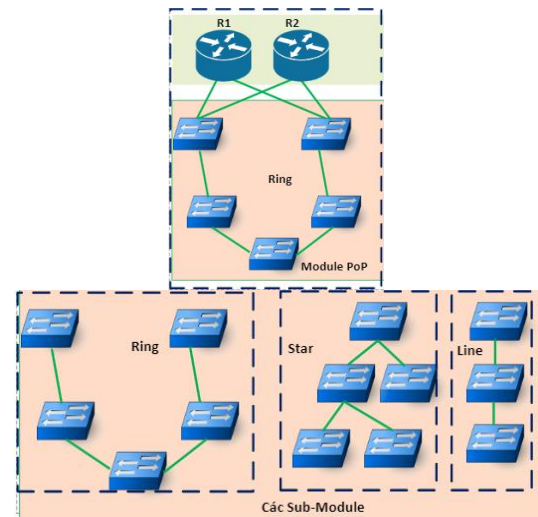
Xét đến lớp Access, mô hình kết nối ở lớp này bao gồm 3 dạng mô hình kết nối như mô hình Ring, mô hình Line và mô hình Star. Trong mô hình Ring, lớp truy cập được thiết kế dạng mạch vòng khép kín (Ring), đảm bảo một điểm kết nối cuối (một switch) luôn có hai luồng kết nối lên thiết bị lớp Aggregation, điều này đảm bảo tính sẵn sàng về mặt kết nối. Đối với mô hình Line và Star, chỉ có thiết bị Switch nằm vị trí phía trên cùng của mô hình mới có kết nối đến hai thiết bị Router của lớp Aggregation, các thiết bị nằm vị trí phía dưới trong mô hình chỉ có một đường kết nối đến switch nằm phía trên. Điều này có thể chưa đảm bảo tính sẵn sàng về mặt kết nối.

Tuy nhiên, chúng ta cũng cần lưu ý rằng các mô hình kết nối ở lớp Access không nhất thiết phải đáp ứng 100% tính sẵn sàng. Thật vậy, khi một thiết bị/một kết nối bị ngưng hoạt động chỉ ảnh hưởng tới một số lượng nhất định các thiết bị đầu cuối đang sử dụng. Người quản trị hoàn toàn có thể chuẩn bị các thiết bị dự phòng để thay thế thiết bị hoặc thay thế kết nối trong một khoảng thời gian nhất định. Nếu muốn đáp ứng 100% tính sẵn sàng sẽ làm cho việc thiết kế lớp Access trở nên phức tạp bởi còn phụ thuộc vào số lượng công kết nối của thiết bị đầu cuối, và đôi khi không khả thi trong thực tế.

b) Tính bảo mật: Khả năng an toàn và an ninh mạng được đánh giá dựa trên các công nghệ được sử dụng tại các lớp trong mô hình mạng băng rộng, như SDN, IPv6,

Segment Routing, MPLS, Wifi-6, 4G/5G, LoRaWan, Wi-SUN.

c) Tính module hóa: Mô hình thiết kế phân chia các khu vực địa lý (Quận/Huyện) thành các PoP, mỗi PoP bao gồm các thiết bị Aggregation và thiết bị lớp Access. Có thể xem lớp Core là một module (được gọi là Module Core), mỗi PoP như một module trong mô hình mạng (được gọi là Module PoP). Module Core có thể chia nhỏ thành các Sub-module, với mỗi Sub-module là một Central (được gọi là Sub-module Central 1 và Sub-module Central 2). Trong mỗi PoP cũng có thể tách thành các Sub-module, trong đó mỗi Sub-module là một mô hình kết nối các Access Switch theo dạng Ring, Star, hoặc Line (được gọi là Sub-module Ring, Sub-module Star, Sub-module Line). Do đó mô hình được thiết kế có tính module hóa. Tính module giúp dễ dàng cô lập các Module/Sub-module khi có sự cố an ninh mạng/lỗi hệ thống xảy ra. Đồng thời giúp tăng khả năng mở rộng của mô hình mạng. Các Module và các Sub-module trong PoP như được thể hiện ở Hình 4.



Hình 4. Module PoP và các Sub-Module PoP.

d) Tính mở rộng: Tính mở rộng liên quan đến khả năng hệ thống sử dụng thêm nhiều dịch vụ hoặc cần mở rộng để kết nối thêm nhiều PoP mới. Điều này làm phát sinh thêm nhu cầu về băng thông mạng, tốc độ xử lý của các thiết bị. Với mô hình được thiết kế theo dạng mô hình phân lớp, mỗi lớp sẽ các thiết bị thực hiện các chức năng nhất định. Tại mỗi lớp có thể bổ sung thêm hoặc thay thế các thiết bị, nâng cấp đường truyền mạng. Việc mở rộng và nâng cấp mạng lưới mỗi lớp cũng gây ảnh hưởng đến các lớp khác. Cũng có thể bổ sung thêm các PoP khi có nhu cầu phát triển hệ thống trong tương lai. Nhờ vào tính chất mô đun hóa, mô hình thiết kế đảm bảo tính mở rộng cao. Do đó, mô hình băng rộng được thiết kế có tính mở rộng cao, có thể bổ sung các thiết bị hoặc nâng cấp đường truyền tại mỗi lớp, và có thể bổ sung thêm các PoP vào trong mô hình mạng như trong Hình 5 bên dưới:

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Chourabi, T. Nam, S. Walker, J. Gil-Garcia, S. Mellouli, K. Nahon, and H. Scholl et al. "Understanding Smart Cities: an Integrative Framework," in Proc. of 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences, 2012, pp. 2289-2297.
- [2] M. van Steen and B. Leiba, "Smart Cities," IEEE Internet Computing, vol. 23, no. 1, pp. 7-8, 1 Jan.-Feb. 2019.
- [3] B. S. Mohsin, H. Ali and R. AlKaabi, "Smart city: A review of maturity models," 2nd Smart Cities Symposium (SCS 2019), 2019, pp. 1-10.
- [4] Q. H. HamaMurad, N. M. Jusoh and U. Ujang, "Smart City Domains System Framework: Review of the Current Status," in Proc. of 2021 IEEE 9th Conference on Systems, Process and Control (ICSPC 2021), 2021.
- [5] U. Ependi, A. F. Rochim and A. Wibowo, "Smart City Assessment for Sustainable City Development on Smart Governance: A Systematic Literature Review," in Proc. of 2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA), 2022, pp. 1088-1097.
- [6] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler-Milanovic, E. Meijers, "Smart Cities - Ranking of European Medium-Sized Cities," Vienna University of Technology, 2007.
- [7] S. Alawadhi, A. Aldama-Nalda, H. Chourabi, J. Gil Garcia, S. Leung, and S. Mellouli, et al., "Building Understanding of Smart City Initiatives," International Federation for Information Processing, pp. 40-53, 2012.
- [8] Nguyễn Ngọc Hiếu, "Thành phố thông minh và vấn đề quản lý phát triển đô thị," Hội thảo Đô thị thông minh trong quy hoạch và quản lý phát triển đô thị, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam, pp. 1-9, 2017.
- [9] Vũ, T. M. H., Nguyễn, L. P.: Xây dựng thành phố thông minh: Kinh nghiệm quốc tế và bài học cho Việt Nam. Trong Quản trị thông minh trong môi trường phức hợp toàn cầu: Lý luận và thực tiễn : Hà Nội, 2021.
- [10] Giang, Trần Hoàng: Nghiên Cứu Các Nhân Tố Ảnh Hưởng Đến Việc Xây Dựng Đô Thị Thông Minh Tại Thành Phố Hồ Chí Minh. Tạp chí Khoa học và Công nghệ-Đại học Đà Nẵng, 8(129), pp. 1-4, 2018.
- [11] Đề án "Xây dựng thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh giai đoạn 2017 – 2020, tầm nhìn đến năm 2025": <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Xay-dung-Dothi/Quyết-dinh-6179-QĐ-UBND-2017-Xay-dung-thanh-pho-tro-thanh-do-thi-thong-minh-Ho-Chi-Minh-374526.aspx>
- [12] Mohammed, A. R., Mohammed, S. A., & Shirmohammadi, S: Machine Learning and Deep Learning based Traffic Classification and Prediction In Software Defined Networking. In proc. of 2019 IEEE International Symposium on Measurements & Networking, pp. 1-6.
- [13] Dawadi, B. R., Rawat, D. B., Joshi, S. R: Software Defined IPv6 Network: A New Paradigm for Future Networking. Journal of the Institute of Engineering, vol. 15, no. 2, pp. 1-13, 2019.
- [14] Chuẩn kỹ thuật IEEE 802.15.4: https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4.

DESIGNING A PRIVATE WIDEBAND NETWORK FOR SMART CITY – HO CHI MINH CITY

Abstract: Before the rapid urbanization process globally, the concept of smart cities was associated with

intelligent governance solutions and technologies as an essential development trend to effectively address economic, social, and environmental issues. In this context, digital infrastructure plays a crucial role and serves as a prerequisite for smart management applications. This article investigates the design of a private broadband network for smart cities. Specifically, we propose fundamental directions for developing connectivity infrastructure for Ho Chi Minh City, with a focus on establishing a private broadband telecommunication infrastructure to support the construction of smart cities, e-governance, as well as the necessary solutions and tasks to promote the development of digital infrastructure in the city.

Key words— Smart city, digital infrastructure, private broadband network.



Lê Quốc Cường nhận bằng Tiến sỹ Viễn thông năm 1996 tại Đại học Quốc gia Viễn thông Saint Peterburg (Liên bang Nga). Lĩnh vực nghiên cứu : thông tin quang , thông tin vô tuyến. Hiện là Phó trưởng ban Ban quản lý Khu công nghệ cao TP. Hồ Chí Minh . Phụ trách đào tạo, nghiên cứu phát triển (R & D) đổi mới sáng tạo và phát triển doanh nghiệp.



Nguyễn Huỳnh Phương Bảo nhận bằng Thạc sỹ Kỹ thuật Mạng và Viễn thông tại Học viện Công nghệ Hoàng gia Melbourne (RMIT, Úc). Hiện đang công tác tại VNPT Thành phố Hồ Chí Minh, phụ trách kinh doanh và phát triển các sản phẩm dịch vụ số. Lĩnh vực nghiên cứu: IoT, truyền thông cộng tác, Mã Fountain



Trần Minh Tuấn, trình độ Thạc sỹ. Lĩnh vực nghiên cứu: viễn thông, hệ thống thông tin. Hiện là Phó trưởng phòng Bưu chính Viễn thông, Sở Thông tin và Truyền thông.



Nguyễn Hữu Thịnh Cử nhân CNTT - Đại Học Khoa Học Tự Nhiên. Hiện đang là Chuyên viên tư vấn giải pháp Hệ thống - Công ty Hệ thống thông tin FPT (FIS)



Nguyễn Đức Minh Quân – Kỹ sư Kỹ nghệ phần mềm Đại học FPT. Hiện đang là Giám đốc Trung tâm phát triển giải pháp Thành phố thông minh – Công ty Hệ thống thông tin FPT (FIS)



Huỳnh Trọng Thưa, Tiến sĩ Khoa học Máy tính tại Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM. Lĩnh vực nghiên cứu: An toàn phần mềm, mật mã học, điều tra số.



Ngô Đức Huy - Kỹ sư CNTT - Đại học Bách Khoa Hà nội. Chuyên viên tư vấn giải pháp công nghệ Mạng và Bảo mật - Công ty Hệ thống thông tin FPT (FIS)



Tân Hạnh, Phó giám đốc Học Viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông, phụ trách cơ sở tại TP.HCM, nhận bằng Tiến Sĩ tại Grenoble Institute of Technology, Pháp. Lĩnh vực nghiên cứu bao gồm: học máy, truy xuất thông tin, xử lý ảnh.



Nguyễn Chế Minh Trí, kỹ sư Viễn thông HV BCVT, Chuyên viên tư vấn giải pháp Hệ thống - Công ty Hệ thống thông tin FPT (FIS)



Nguyễn Hoàng Thành hiện đang công tác tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông cơ sở tại TP.Hồ Chí Minh. Lĩnh vực nghiên cứu bao gồm: An toàn thông tin, Học máy.



Huỳnh Thanh Tâm hiện đang công tác tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông cơ sở tại TP.Hồ Chí Minh. Lĩnh vực nghiên cứu bao gồm: An toàn thông tin, Blockchain, IoT.



Trần Trung Duy hiện đang công tác tại Học Viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông cơ sở tại TP. Hồ Chí Minh. Hướng nghiên cứu hiện tại bao gồm: truyền thông cộng tác, vô tuyến nhận thức, NOMA, Mã Fountain.