

Internet vạn vật và điện toán đám mây: Xu hướng công nghệ mũi nhọn để phát triển đô thị thông minh

Quan LE-TRUNG, Assoc. Prof. Dr.techn.

University of Information Technology – Vietnam National University HCM City

Faculty of Computer Networks & Communications, Dean

Department of Computer Networks, Head

UiTiOt Research Group, <http://iot.uit.edu.vn/>

Home page: <https://sites.google.com/site/quanletrung/>

E-mail: quanlt@uit.edu.vn, quanle.trung@gmail.com

Tóm tắt:

Đô thị thông minh là một chủ đề nóng nhiều năm gần đây trên toàn thế giới, tuy nhiên Việt Nam vẫn chưa có nhiều kinh nghiệm phát triển và triển khai. Các đặc điểm chính của đô thị thông minh bao gồm nền kinh tế thông minh, quản lý môi trường thông minh, quản trị thông minh, giao thông thông minh, năng lượng thông minh, chăm sóc sức khỏe thông minh, các ứng dụng mang lại tiện nghi cuộc sống tốt hơn cho con người. Để phát triển và triển khai đô thị thông minh hiệu quả, các công nghệ ICT hiện đại bao gồm Internet vạn vật và điện toán đám mây nên được ứng dụng, chính phủ cung cấp dịch vụ và tiện ích đến người dân nhằm cải thiện chất lượng cuộc sống và gia tăng mức độ cạnh tranh của nền kinh tế. Đồng thời dữ liệu thu thập được từ cộng đồng nên được sử dụng để cải tiến các chính sách và dịch vụ công của thành phố nhằm đáp ứng các nhu cầu cấp thiết của người dân.

Bài tham luận này trình bày và thảo luận về các lĩnh vực, khuynh hướng công nghệ IoTs và điện toán đám mây để hỗ trợ xây dựng các ứng dụng và giải pháp IoTs thông minh nhằm phục vụ chương trình đột phá đô thị thông minh, các nội dung bao gồm:

- *Các định chuẩn và liên minh công nghệ về IoTs (Standards and Alliances in IoTs): ZigBee Alliance, IP for Smart Objects (IPSO) Alliance, AllSeen Alliance, SmartBuildings IFC2x4 Beta1, CityGML, IEEE, IETF, WirelessHART.*
- *Các định chuẩn và liên minh công nghệ về Smart City: ISO 37120, ISO/TR 37150, ISO 37101, ISO 37102, ISO/TR 37121, ISO 37151, ISO 37152.*

- Các hệ thống Front-End Systems: *IoTs End Devices together with Softwares/Middlewares Platforms*
- Hạ tầng mạng (Networking infrastructures): *High-speed data networks, Internet integration – Internetworking, Telecom network integration (3G/4G/5G), variation on IoTs Network Protocol Stacks (ZigBee, IEEE802.15.4, Bluetooth, RF4CE, RFID, 802.11ah, LoRaWAN, IPv6/6LoWPAN).*
- Dữ liệu lớn, khoa học dữ liệu (IoTs Big Data, IoTs Data Storage, Data Science & Analytics, Data Sharing).
- Điện toán đám mây (Cloud Computing Platforms and Development/Deployment Services at Different Layers and Levels (IaaS/PaaS/SaaS) for the Fast Deployment of IoTs Applications and Solution, achieving the Scalability, Availability, and Reliability).
- Mạng thử nghiệm IoTs (IoTs Network Testbed): *for the Large-Scale Performance Evaluation of Developed IoTs Applications and Solutions on the dimensions: Scalability, Availability, and Reliability.*

Ngoài ra, chúng tôi cũng trình bày trong bài tham luận này các hướng nghiên cứu chính trong nhóm nghiên cứu UiTiOt¹ tại Đại học Công nghệ Thông tin – ĐHQG HCM, cũng như hướng tiếp cận của chúng tôi trong việc xây dựng và phát triển các giải pháp, ứng dụng cho chương trình đô thị thông minh được triển khai tại các thành phố lớn ở Việt Nam trong thời gian sắp tới.

I. Tổng quan về đô thị thông minh và các xu hướng công nghệ

I.1 Đô thị thông minh và tầm quan trọng trong xã hội Việt nam và trên thế giới hiện nay

Khái niệm đô thị/thành phố thông minh (*smart city*) đã được giới thiệu ở Việt Nam trong những năm gần đây. Một số nơi đã có những bước đầu triển khai. Ví dụ, ngay từ tháng 5-2012, Đà Nẵng là địa phương đầu tiên của Việt Nam và là một trong 33 thành phố trên thế giới được Tập đoàn IBM hỗ trợ phát triển dự án “*Thành phố thông minh*

¹<http://iot.uit.edu.vn/>

hơn''. Hiện tại, một số thành phố khác như TP Hồ Chí Minh hay Hà Nội cũng có những bước triển khai cụ thể về những khía cạnh của đô thị thông minh, như thử nghiệm thẻ thay vì bán vé xe buýt theo kiểu truyền thống. Việc triển khai wifi ở một số nơi, những đề xuất của việc sử dụng điện thoại di động để truyền tải tình trạng giao thông hay những ý tưởng số hóa những sinh hoạt trong cuộc sống hàng ngày... là rất đáng chú ý.

Ngày 6.8.2016, ông Phạm Vũ Hồng, Chủ tịch UBND tỉnh Kiên Giang, cho biết việc xây dựng huyện đảo Phú Quốc (Kiên Giang) trở thành thành phố thông minh mới chỉ ở giai đoạn khảo sát, nghiên cứu theo ý tưởng, đề xuất của Tập đoàn VNPT. Theo Tập đoàn VNPT, khi xây dựng Phú Quốc trở thành thành phố thông minh thì mỗi trụ điện, trụ đèn đường đều có thể trở thành các trạm thông tin hoặc điểm phát wifi tốc độ cao. Chỉ cần một chiếc điện thoại thông minh, người dân sẽ có được những thông tin chung về Phú Quốc như dân số, diện tích, điểm tham quan, tình hình thời tiết... Theo đề xuất, lộ trình triển khai xây dựng gồm 4 giai đoạn, từ 2016 - 2025 VNPT sẽ tập trung xây dựng chính quyền điện tử (giảm thủ tục, bớt phiền hà cho người dân trong thủ tục hành chính), quản lý hạ tầng thông minh và hiệu quả; bảo vệ môi trường, quản lý tài nguyên, chất thải; đảm bảo an sinh xã hội. Trong khi đó, ông Trần Mạnh Hùng, Chủ tịch Tập đoàn VNPT, cho rằng Phú Quốc là địa phương có đủ điều kiện để xây dựng thí điểm thành phố thông minh cả về hạ tầng và nguồn nhân lực. “Hiện nay, toàn bộ huyện đảo Phú Quốc đã được đầu tư hạ tầng vô tuyến băng rộng 4G; di động 4G được lắp kín cả huyện, cáp quang rải khắp nơi, cung cấp dịch vụ cáp quang tốc độ cao đến tận nhà dân và có đường cáp quang nối ra biển, nối thông với đất liền nên có đầy đủ điều kiện để triển khai Smart City rất nhanh và rất khả thi”, ông Hùng nói.

Nhưng dường như những yếu tố của thành phố thông minh ở Việt Nam hiện nay dường như chưa được nhắc đến nhiều. Những nhân tố hay công nghệ mới được đưa vào cả hai kênh là Nhà nước và thị trường trên thực tế chỉ được công chúng đón nhận ở mức độ chừng mực nào đó. Để áp dụng và điều kiện khả thi ở Việt Nam, khái niệm và tầm nhìn tổ chức đô thị thông minh cần được nghiên cứu kỹ, có lộ trình.

Tại Việt Nam, mặc dù còn nhiều bất cập, song hiện nay, các đô thị Việt Nam đang phát triển theo hướng tiếp cận với nhiều mô hình tiên tiến theo xu thế hội nhập quốc tế,

tạo ra nhiều tiền đề về ứng dụng và phát triển CNTT, truyền thông để phát triển đô thị thông minh và quản lý thông minh. Cụ thể, tỷ lệ người sử dụng internet/tổng dân số năm 2014 đạt 43,8%, cao hơn tỷ lệ của thế giới là 42,2% và châu Á là 34,8%. Việt Nam có gần 14.000 doanh nghiệp CNTT với 500.000 lao động và doanh thu lớn. Việt Nam cũng đã đạt được nhiều thành tựu trong việc ứng dụng CNTT vào hoạt động quản lý nhà nước và các lĩnh vực đời sống xã hội, rõ nhất là ở các lĩnh vực quản lý ngân sách và kho bạc, quản lý thuế, hải quan, bảo hiểm xã hội, giáo dục, y tế, quản lý giao thông, quản lý đất đai, qui hoạch, xây dựng, môi trường... “*Từ bức tranh của các đô thị Việt Nam, có thể thấy Việt Nam cần phát triển các đô thị theo hướng đô thị thông minh*”, đồng chí Nguyễn Thiện Nhân nêu. Đô thị thông minh nhằm đạt tới 4 mục tiêu: hiệu quả kinh tế ở các đô thị ngày càng cao (2025: diện tích đô thị khoảng 15% diện tích cả nước, tỷ lệ đô thị hóa khoảng 50% (dân số), tạo ra khoảng 75% GDP); môi trường sống ngày càng tốt hơn; người dân được phục vụ tốt hơn; người dân tham gia quản lý đô thị và giám sát chính quyền.

Đô thị thông minh là vấn đề mới, Việt Nam chưa có nhiều kinh nghiệm. Đô thị thông minh có các đặc điểm chính là thành phố hiện đại, có nền kinh tế thông minh, môi trường thông minh, quản trị thông minh, giao thông thông minh, năng lượng thông minh, y tế thông minh, giáo dục thông minh, lối sống thông minh, cộng đồng thông minh, ứng dụng những giải pháp CNTT tiên tiến nhất. Ở đó, CNTT và truyền thông được ứng dụng một cách hiệu quả, chính quyền cung cấp các dịch vụ, tiện ích tới người dân và doanh nghiệp, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống và tăng năng lực cạnh tranh của nền kinh tế. Đồng thời sử dụng dữ liệu thu thập được từ chính cộng đồng để liên tục hoàn thiện các chính sách, dịch vụ công của thành phố, đáp ứng tối đa các yêu cầu của đại bộ phận người dân và doanh nghiệp. Theo Chủ tịch Ủy ban TƯ MTTQ Việt Nam, hiện nay, nhiều quốc gia trên thế giới đã và đang xây dựng và phát triển các đô thị thông minh: Liên minh châu Âu, Mỹ, Canada, Tây Ban Nha, Đan Mạch, Trung quốc, Singapore, Ấn Độ, Nhật Bản và Hàn Quốc...

Trong 5 năm gần đây, các dự án triển khai “thành phố thông minh” đã và đang được thực hiện trên thế giới. Một trong những hình mẫu là Barcelona (Tây Ban Nha); ở đây

ngoài việc thực hiện việc kết hợp giữa lập kế hoạch đô thị, nghiên cứu sinh thái và công nghệ thông tin để đảm bảo mang lại những lợi ích của công nghệ cho mọi hộ dân trong TP và cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân, họ còn phát triển các chương trình để làm cho hoạt động của các cơ quan nhà nước trở nên minh bạch với người dân. Hay như Rio de Janeiro (Brazil), sau trận lụt lớn làm chết hơn 100 người vào năm 2010, họ đã thiết lập một hệ thống còi báo động dựa trên thông tin thu thập từ phân tích lượng mưa tại các điểm của TP để đưa ra những cảnh báo kịp thời. Có thể nói đa phần các TP trên thế giới xây dựng “thành phố thông minh” dựa trên các giải pháp công nghệ đang có trên thị trường để xây dựng TP ngày càng trở nên “thông minh”. Từ đó, các TP xây dựng một giải pháp tổng thể để kết nối các giải pháp hiện tại. Và VN cũng không nằm ngoài xu thế đó, ghép các giải pháp đơn lẻ thành một giải pháp tổng thể (unique platform).

Thực tế là người ta đã bắt tay vào xây các thành phố tương lai từ lâu. Một ví dụ là thành phố New Songdo City của Hàn Quốc với viên gạch đặt móng đầu tiên vào năm 2003, và hôm nay đã có hơn 20.000 cư dân. Hay thành phố Fujisawa Sustainable Smart Town, một khu dân cư mang tính mô hình tại ngoại ô Tokyo, nơi sinh sống của khoảng 1.000 hộ gia đình tính đến năm 2018. Ở châu Âu cho đến nay chỉ tập trung tích hợp các yếu tố của Thành Phố Thông Minh vào đô thị tồn tại sẵn, ví dụ như Amsterdam Smart City hay Smart City Vienna.

Dự án Thành Phố Thông Minh quy mô nhất ở Đức là Telekom-City Friedrichshafen, thuộc tiểu bang Baden-Württemberg. Trong giai đoạn đầu 5 năm rồi kéo dài thêm 3 năm, người ta thử nghiệm ở thành phố này các ứng dụng của Thành Phố Thông Minh như “E-Government (hành chính điện tử)”, “E-Ticketing (vé điện tử trong giao thông)” và không gian sống kết mạng lưới. Dự án kết thúc tháng 2/2015 và có nhiệm vụ minh chứng các hệ quả của công nghệ thông tin và truyền thông cách tân.

Nhiều công ty lớn thúc đẩy chủ đề Thành Phố Thông Minh từ mấy năm nay. Việc hoàn thiện kỹ thuật của New Songdo City do Tập đoàn công nghệ Cisco đảm nhiệm; Fujisawa Sustainable Smart Town được xây dựng bởi nhóm 18 hãng do Panasonic chủ đạo. Tập đoàn công nghệ Siemens của Đức tham gia dự án Thành Phố Sinh Thái Masdar ở Các Tiểu vương quốc Ả rập Thống nhất. Cả trong Hội đồng Thành phố thông minh ở

Liên minh châu Âu – là nơi quyết định về chính sách EU và hỗ trợ tài chính – cũng có mặt đại diện các công ty.

Trên thực tế, các quốc gia có trình độ IT phát triển cũng là những quốc gia có nhu cầu, có khả năng để triển khai thành phố thông minh. Chẳng hạn, tại Mỹ, ngay từ đầu năm 2009, ngay sau khi nhậm chức, Tổng thống Mỹ Barack Obama đã có cuộc gặp gỡ với ông Sam Palmisano của IBM - Giám đốc điều hành khi đó của Tập đoàn IBM. Tại buổi gặp gỡ này, IBM đã chính thức đưa ra khái niệm "Hành tinh thông minh" và đề xuất với Chính phủ Mỹ một Dự án đầu tư xây dựng hạ tầng thông tin thông minh thế hệ mới. Chỉ 8 tháng sau, tháng 9/2009, IBM và thành phố Dubuque, bang Iowa cùng đưa ra tuyên bố sẽ xây dựng thành phố Dubuque trở thành một thành phố thông minh đầu tiên ở Mỹ.

Tại Liên minh châu Âu, từ năm 2007, Liên minh châu Âu (EU) đã đưa ra và bắt đầu thực hiện một loạt mục tiêu xây dựng thành phố thông minh. Tiêu chí đánh giá của EU đối với thành phố thông minh bao gồm 6 phương diện là: Kinh tế thông minh, môi trường thông minh, quản lý thông minh, giao thông thông minh, cuộc sống thông minh và con người thông minh. Các kết quả đánh giá cho thấy, Thụy Điển, Phần Lan, Hà Lan, Luxembourg, Bỉ và Áo có những thành phố có mức độ thông minh khá cao. Những kinh nghiệm của các nước EU trong việc cải thiện giao thông, tăng cường sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả là những bài học bổ ích đối với các quốc gia khác.

I.2 Các vấn đề đặt ra để xây dựng đô thị thông minh

Kinh phí

Dù nhìn nhận xây dựng đô thị thông minh là một yêu cầu cấp bách, nhưng ngân sách cho đề án này là bài toán gây đau đầu đối với nhiều lãnh đạo. Tuy nhiên, nhiều người cũng bày tỏ sự lo ngại về phương án tài chính cho đề án này. “*Tiền đâu ra?*” là câu hỏi được một số đại biểu đặt ra tại cuộc họp. Theo chủ trương của Chính phủ, VNPT đáp ứng các mô hình hợp tác, từ chìa khóa trao tay, thuê dịch vụ công nghệ thông tin đến hợp tác công tư (PPP). Để triển khai Smart City sẽ có thể phải áp dụng cả 3 mô hình nói trên một cách linh hoạt, tùy thuộc vào từng giai đoạn và nguồn lực của các bên. Tuy nhiên, sẽ ưu tiên triển khai theo mô hình mà khả năng thu hồi vốn nhanh nhất, trong đó có hợp tác công tư. Trong hoàn cảnh ở VN, nguồn vốn dành cho việc xây dựng “thành

phổ thông minh” chưa được đặt lên ưu tiên. Đây cũng chính là khó khăn và thách thức khi triển khai, tuy nhiên nếu như chúng ta quyết tâm, cung cấp các dịch vụ thật sự có ích, giúp cho việc quản lý TP hiệu quả, nâng cao đời sống của nhân dân, tạo điều kiện cho doanh nghiệp phát triển thì việc nghiên cứu đưa ra một đề án khả thi là rất cần thiết.

Tiêu chí 1: Kinh phí: *“Theo đánh giá của chúng tôi, việc xây dựng đề xuất các đề tài/dự án cho chương trình đô thị thông minh đột phá của thành phố cần xem xét nghiêm túc yếu tố kinh phí, trong đó có việc đánh giá thẩm định yếu tố kỹ thuật và hiệu quả vận hành của đề tài, dự án đô thị thông minh trước khi triển khai, nhằm giảm thiểu đến mức thấp nhất chi phí triển khai giải pháp.”*

Công nghệ nào được sử dụng trong đô thị thông minh

Theo khuyến cáo của hãng nghiên cứu Machina Research, để có thể xây dựng và vận hành có hiệu quả một thành phố thông minh theo đúng nghĩa của nó thì ngay từ đầu chính quyền thành phố và các đối tác công nghệ cần phát triển và lựa chọn các giải pháp đạt chuẩn *Internet of Things-IoTs*. Bởi lẽ, trong trường hợp ngược lại, tức là chính quyền thành phố áp dụng triển khai giải pháp IoTs phân mảnh và phi tiêu chuẩn (Non-Standardized) thì việc vận hành cũng như mức độ kết nối giữa các thành phần trong hệ thống thành phố thông minh sẽ không mang lại kết quả như mong muốn ban đầu. Trong trường hợp này, việc phải đối mặt với các rủi ro tài chính và lãng phí nhân lực là điều khó tránh khỏi. **Hình 1** minh họa ý tưởng xây dựng thành phố thông minh sử dụng công nghệ IoTs và điện toán đám mây (Cloud computing).



Hình 1. Công nghệ IoTs và cloud computing phục vụ xây dựng đô thị thông minh.

Chẳng hạn, theo ước tính của Machina Research, nếu sử dụng các giải pháp IoTs phi tiêu chuẩn thì chi phí cho việc triển khai các thành phố thông minh trên toàn cầu có thể lên tới con số 1,12 nghìn tỷ USD tới năm 2025. Trong khi đó, nếu sử dụng các giải pháp IoTs đạt chuẩn thì con số chi phí này chỉ là 781 tỷ USD, tức là giúp các chính quyền và quốc gia tiết kiệm được 341 tỷ USD, tương đương 30% chi phí ban đầu. Ngoài tiết kiệm tài chính, môi trường IoTs đạt chuẩn còn giúp làm tăng 27% lượng thiết bị kết nối hàng năm trong phạm vi thành phố thông minh. Và điều này giúp thúc đẩy và mở rộng việc sử dụng các ứng dụng của thành phố thông minh. Hay nói đơn giản hơn là thành phố thông minh giúp cải thiện, nâng cao trải nghiệm và chất lượng cuộc sống. Cũng theo Machina Research, ngoài khả năng hỗ trợ mạng IoTs chuẩn, các thành phố thông minh còn phải có khả năng tương thích, kết hợp với nhiều hệ thống IT khác, theo cả chiều dọc và chiều ngang. Nếu đảm bảo được tiêu chí đạt chuẩn và tương thích công nghệ thì ngoài việc hoàn toàn có thể đáp ứng các mục tiêu đề ra, việc xây dựng thành phố thông minh sẽ không còn là những dự án đắt tiền và khó khả thi nữa.

Ngoài ra, thành phố thông minh là thành phố dùng công nghệ điện toán đám mây (Cloud computing) và CNTT thế hệ mới để quy hoạch đô thị, sử dụng các công cụ của CNTT và truyền thông để thu nhận, phân tích và tích hợp thông tin để vận hành thành phố, hỗ trợ cuộc sống của người dân, bảo vệ môi trường, giữ an toàn cộng đồng, phát

triển các dịch vụ đô thị và đáp ứng các nhu cầu khác một cách thông minh, giúp cho nền kinh tế đô thị tăng trưởng, duy trì tiến bộ xã hội và phát triển bền vững. Hiện nay, phát triển thành phố thông minh đang được nhiều nước trên thế giới quan tâm và trở thành một xu hướng cạnh tranh giữa các nước.

Tiêu chí 2: Công nghệ: “Theo đánh giá của chúng tôi, xây dựng đô thị thông minh gắn liền với việc sử dụng công nghệ Internet of Things-IoTs và điện toán đám mây (cloud computing) hiện đại. Trong khi công nghệ IoTs với rất nhiều chuẩn giao tiếp hỗ trợ đa dạng, đa số các thiết bị đầu cuối hiện nay phục vụ thu thập dữ liệu, giám sát, công nghệ điện toán đám mây (cloud computing) là một nền tảng hoàn hảo phục vụ tính toán, tích hợp dịch vụ và mạng Internet. Ngoài ra, nhằm làm chủ công nghệ, các nền tảng mã nguồn mở nên được ưu tiên lựa chọn triển khai.”

I.3 Các công nghệ IoTs liên quan để xây dựng đô thị thông minh

Trong việc phát triển các ứng dụng IoTs và các giải pháp IoTs phục vụ xây dựng đô thị thông minh, do sự đa dạng của các chuẩn IoTs hiện nay và thường xuyên có những tiêu chuẩn mới xuất hiện, chúng tôi hướng tới việc phát triển các ứng dụng và giải pháp IoTs sẽ tuân thủ nghiêm ngặt các quy định quy trình trong các tổ chức quốc tế có uy tín, để tăng sự tương thích và portability. Một số bộ tiêu chuẩn quy tắc có thể liệt kê dưới đây:

- Open InterConnect Consortium (OIC)²: Hiệp hội kết nối mở OIC là một tổ chức phi lợi nhuận ở bang Oregon (Mỹ), được thành lập bởi các công ty công nghệ hàng đầu như Intel, Samsung, Dell, Atmel, Broadcom và Wind River, với mục tiêu xác định các yêu cầu kết nối và đảm bảo khả năng tương tác của hàng tỷ thiết bị tạo nên "Internet của vạn vật" (Internet of Things - IoTs). Bên cạnh đó, OIC dự định cung cấp các chỉ dẫn kỹ thuật, bổ sung mã nguồn mở và chương trình chứng nhận (certification program) cho các thiết bị kết nối không dây. **Hình 2** dưới đây trình bày lược đồ quy chuẩn kỹ thuật của OIC.

²<http://openinterconnect.org/>

- AllSeen Alliance³: nhóm các công ty công nghệ gồm Haier, LG Electronics, Panasonic, Qualcomm, Sharp, Technicolor, Silicon Image và TP-LINK. Liên minh này đã có đến 51 thành viên bao gồm Microsoft, cùng phối hợp với dự án nguồn mở AllJoyn của Qualcomm để triển khai khung hạ tầng nền IoTs đầu tiên.
- IEEE 802.15.4⁴/802.15.1⁵/802.11⁶ Working Groups
- Internet Engineering Task Force (IETF 6LowApp⁷/ROLL⁸)
- ZigBee Alliance⁹
- IPSO Alliance¹⁰
- IEEE 1451¹¹, HART/WirelessHART¹²
- European Sensor Network Architecture (ESNA)¹³
- IETF 6LoWPAN¹⁴, uIP¹⁵/uIPv6¹⁶
- Các định chuẩn và liên minh công nghệ về Smart City: ISO 37120, ISO/TR 37150, ISO 37101, ISO 37102, ISO/TR 37121, ISO 37151, ISO 37152.



³<https://allseenalliance.org/>

⁴IEEE 802.15 WPAN™ Task Group 4 (TG4), <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html>

⁵IEEE 802.15 WPAN™ Task Group 1 (TG1), <http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.html>

⁶IEEE 802.11™ WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS, <http://www.ieee802.org/11/>

⁷IETF. **6LowApp Charter**: <http://trac.tools.ietf.org/area/app/trac/wiki/BarBofs/IETF75/6LowApp>

⁸IETF. **ROLL Charter**: <http://www.ietf.org/dyn/wg/charter/roll-charter.html>

⁹ZigBee Alliance, <http://www.zigbee.org>

¹⁰**IPSO Alliance**: <http://www.ipso-alliance.org>

¹¹NIST. **How can IEEE 1451 be applied?**<http://ieee1451.nist.gov>

¹²HART Communication Foundation. **Wireless HART**

Technology, http://www.hartcomm.org/protocol/wihart/wireless_technology.html

¹³**European Sensor Network Architecture (ESNA)**: <http://www.sics.se/esna>

¹⁴IETF. **IPv6 over Low power WPAN (6lowpan)**: <http://www.ietf.org/dyn/wg/charter/history/6lowpan-charter.2008-10-08.20.html>

¹⁵SICS. **The open-source uIP TCP/IP stack**: <http://www.sics.se/~adam/uip>

¹⁶SICS. **uIPv6 in Contiki**: <http://www.sics.se/contiki/current-events/uipv6-contiki-is-ipv6-ready.html>

Hình 2. *Lược đồ quy chuẩn kỹ thuật của OIC.*

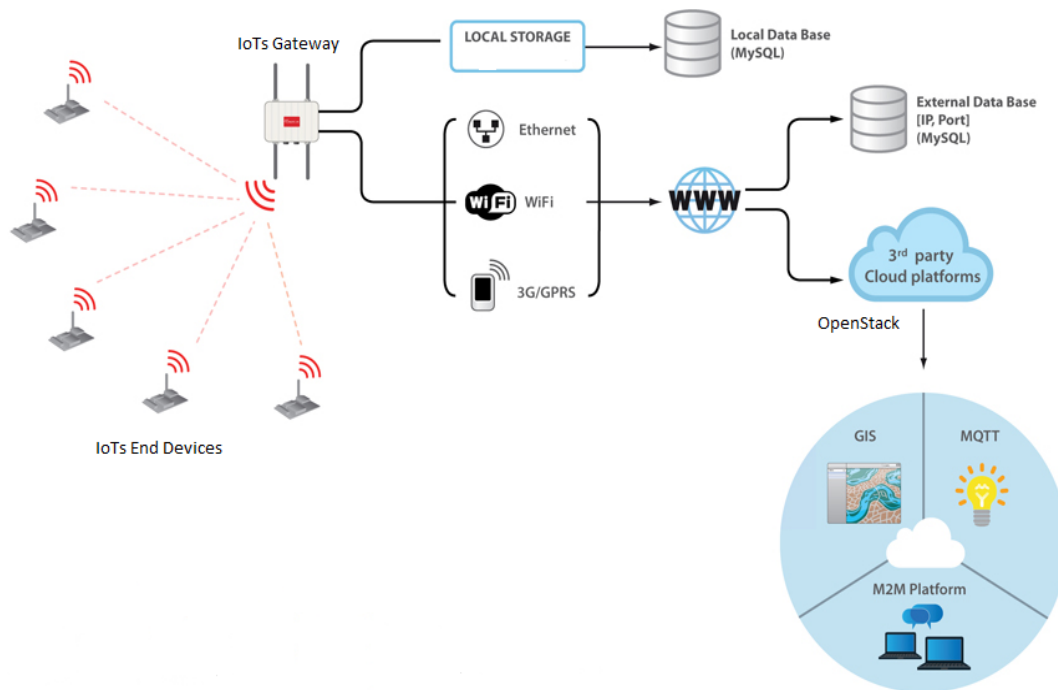
Tốc độ tăng trưởng nhanh chóng của Internet of Things hiện nay cũng đem đến nhiều thách thức lớn. Số lượng các thiết bị được tạo ra nhiều bao nhiêu thì sự mong đợi của khách hàng cho các kết nối, hiệu suất năng lượng, tính tin cậy, dễ sử dụng và kết cấu sẽ càng tăng cao. Các thiết bị điện tử không chỉ phải được cải tiến để đem lại hiệu năng cao mà còn phải có tính hấp dẫn. Và tất nhiên, tất cả các tính năng vượt trội và hình thức bắt mắt đó phải đi cùng với giá cả hợp lý. *Dưới đây là một số đặc điểm kỹ thuật mà chúng tôi xem xét:*

Phần mềm: Trong quy trình phức tạp của việc thiết kế và đóng gói một hệ thống IoTs, phần mềm thực sự đóng vai trò quan trọng qua việc hỗ trợ đầy đủ cho toàn bộ vòng đời phát triển của sản phẩm. Cụ thể, phần mềm có thể hỗ trợ một cách hoàn thiện cho chu trình thiết kế các thiết bị công nghệ cao, bao gồm mạch tích hợp (ICs) và phần mềm nhúng. Những giải pháp phần mềm góp phần giải quyết các thách thức lớn cho các nhà thiết kế công nghệ cao: cải thiện tốc độ và băng thông, tối ưu công suất và hiệu năng, tối ưu đặc tính ăng ten, và kết hợp các vật liệu tiên tiến. *Ngoài ra, để hoàn toàn làm chủ công nghệ và gia tăng tính bảo mật của hệ thống, chúng tôi hướng tới lựa chọn các thiết bị IoTs được phát triển và hỗ trợ bởi các nền tảng phần mềm mã nguồn mở thông dụng, và được chứng nhận hoặc kiểm định bởi các tổ chức IoTs quốc tế có uy tín.*

Tăng tốc độ và mở rộng băng thông: Do số lượng các thiết bị di động, thiết bị IoTs ngày một tăng nhanh nên ngày càng nhiều dữ liệu được truyền và nhận, việc truyền tải chúng cần nhanh hơn trên cả mạng truyền thông có dây và không dây. Luồng video, tương tác chơi game và dịch vụ web tốc độ cao đang đẩy đến giới hạn không chỉ trên các thiết bị di động, thiết bị IoTs, mà còn trên các máy chủ, bộ định tuyến và cổng chia.

Tối ưu năng lượng và hiệu suất: Một vấn đề không kém phần quan trọng trong công nghiệp công nghệ cao là quản lý năng lượng một cách hiệu quả. Để giúp giải quyết vấn đề này, các thiết bị IoTs được lựa chọn phục vụ nghiên cứu Bảo mật IoTs có hỗ trợ thiết kế cho các thiết bị điện tử thông minh, hiệu suất năng lượng cao, khả năng tiêu thụ nguồn thấp. Trước đây, các kỹ thuật phân tích các vấn đề tiêu thụ và phân phối năng

lượng thông qua một cách tiếp cận kín, xem xét riêng ở chip, bản mạch và package (nhóm linh kiện). Nhưng hiện nay, các giải pháp tiết kiệm năng lượng mới thực sự hỗ trợ phương pháp thiết kế tích hợp chip-package-system (CPS), cho phép tối ưu thành phần cũng như phân tích và tối ưu đồng thời xuyên suốt toàn bộ hệ thống. Cách tiếp cận này cân bằng điện thế hoạt động thấp cần thiết để tiết kiệm năng lượng với tính nhất quán và tin cậy đáp ứng được yêu cầu để loại bỏ lỗi.



Hình 3. Kiến trúc mạng tổng quan của một ứng dụng cloud-based IoTs.

Cloud-based Internet of Things: Hỗ trợ khả năng phát triển và tích hợp các ứng dụng và giải pháp IoT vào nền tảng cloud. **Hình 3** minh họa ý tưởng triển khai các ứng dụng và giải pháp IoTs trên cloud, bao gồm hạ tầng kiến trúc mạng của một ứng dụng IoTs thực tế dự định được triển khai.

I.4 Hệ sinh thái dữ liệu mở phục vụ chương trình đô thị thông minh

Các tỉnh, thành phố thông minh thành công phải sử dụng hiệu quả tài sản dữ liệu để đảm bảo đưa ra được các kết quả dịch vụ đầu ra tốt hơn, dựa vào việc thu thập dữ liệu toàn tỉnh, thành phố và khả năng tích hợp dữ liệu, phân tích dữ liệu. Bên cạnh đó, dữ liệu mở là nền tảng để đảm bảo sự minh bạch, sáng tạo, do đó cần có chiến lược quản trị và

tối ưu hóa dữ liệu giữa các đơn vị, các sở ban ngành trong Tỉnh/TP, cần có đầu tư vào việc quản trị dữ liệu tiên tiến, thu thập dữ liệu, phân tích dữ liệu và các ứng dụng dữ liệu lớn (big data), có dữ liệu mở chia sẻ được để khuyến khích sự sáng tạo, và thông qua đó người dân được chia sẻ dữ liệu trong các lĩnh vực then chốt.

Cần phải thiết lập cộng đồng dữ liệu mở để xây dựng ra nhiều dịch vụ mới đem lại giá trị nhiều hơn cho người sử dụng, dẫn đến số công dân sẵn sàng chia sẻ dữ liệu càng nhiều, điều này sẽ tạo ra được cộng đồng dữ liệu mở cho Tỉnh/TP, sẽ tạo ra cơ hội cho thị trường mới xây dựng nhiều phương án để cung cấp dịch vụ công cho Tỉnh/TP.

Ngoài ra, Khi xây dựng TPTM, cần phải xác định các chuẩn áp dụng có thể kết nối tất cả các ứng dụng thông minh thành một hệ thống chỉnh thể, vận hành đồng bộ và hiệu quả. Ví dụ đến nay ISO đã có các tiêu chuẩn đầu tiên cụ thể về thành phố thông minh như sau: ISO 37120, ISO/TR 37150, ISO 37101, ISO 37102, ISO/TR 37121, ISO 37151, ISO 37152... Nội dung các tiêu chuẩn này tập trung vào việc định hình và phát triển bền vững cộng đồng, đưa ra các tiêu chí đánh giá chất lượng cuộc sống và dịch vụ cung cấp cho cộng đồng thông qua các KPI index (Key Performance Index). Trung tâm tích hợp dữ liệu của Tỉnh/TP, các hệ thống thông tin và CSDL của Tỉnh/TP, cổng thông tin điện tử của Tỉnh/TP là các địa chỉ cần áp dụng để thiết lập cộng đồng dữ liệu mở phục vụ cho việc phân tích và chia sẻ dữ liệu.

Ngoài ra, cần đẩy mạnh phát triển công nghiệp thông minh (Industry 4.0) sử dụng công nghệ thông minh IoTs và các ứng dụng thông minh IoTs trong xây dựng và quản lý đô thị, quản lý và phát triển du lịch, cải cách ứng dụng CNTT/IoTs trong việc xây dựng các ứng dụng thông minh, cung cấp các dịch vụ thông minh trong các lĩnh vực quản lý đô thị như giao thông, an toàn, y tế, giáo dục và du lịch thông minh.

Đẩy mạnh ứng dụng thông minh để giải quyết các nhu cầu bức xúc của xã hội: *i)* có chiến lược phát triển công nghiệp xanh để giảm thiểu ô nhiễm môi trường, xây dựng nông nghiệp thông minh để cung cấp thực phẩm sạch; *ii)* đẩy mạnh liên kết vùng, liên kết quốc tế để thúc đẩy du lịch, dịch vụ; *iii)* ứng dụng thành phố thông minh ngay từ đầu cho hệ thống điều hành quản lý đô thị một cách hiệu quả và chi phí thấp, đặc biệt quản lý dịch vụ du lịch; *iv)* cung cấp các dịch vụ thông minh cho người dân, tạo ra cơ hội bình đẳng

cho mọi người. Với mục tiêu xây dựng thành phố thông minh không chỉ là việc của CNTT/IoTs thuần túy, mà là một phương pháp ứng dụng CNTT/IoTs trên các lĩnh vực khác nhau của đời sống kinh tế xã hội để cung cấp các dịch vụ thông minh cho người dân, cung cấp thông tin có chiều sâu cho lãnh đạo ra quyết định thông minh hơn, hỗ trợ tác động đến phát triển kinh tế xã hội của Tỉnh/TP.

II. Các định hướng nghiên cứu tại nhóm UiTiOt và giải pháp cho Smart City tại Bình Dương

II.1 Các định hướng nghiên cứu tại nhóm UiTiOt

(Nhóm nghiên cứu UiTiOt¹⁷¹⁸ của PGS. TS. Lê Trung Quân tại ĐH CNTT)

Hiện nay, chúng tôi nhận thấy khuynh hướng bùng nổ trong tương lai gần của các công nghệ mới trong lĩnh vực hệ thống nhúng mạng Internet không dây (*Wireless Embedded Internet-WEI*) và Internet của vạn vật (*Internet of Things-IoTs*), các hệ thống Cyber-Physical Systems (CPSes), cũng như việc phát triển các giải pháp thông minh và ứng dụng thời gian thực thông minh hơn về WEI/IoTs để áp dụng trong thực tế để phục vụ tốt hơn cuộc sống của con người (được gọi bằng thuật ngữ: ***Ambient-Assisted Living***), cho các chương trình xây dựng đô thị thông minh (**Smart City**). Chính vì vậy, việc nghiên cứu và đào tạo của nhóm UiTiOt chúng tôi đã được điều chỉnh theo hướng vừa đảm bảo tính khoa học cao, lẫn ứng dụng trong lĩnh vực WEI/IoTs/CPSes/Smart City. **Hình 4** dưới đây minh họa mối liên kết giữa các hướng nghiên cứu. Chúng tôi dự định phát triển không những ứng dụng độc lập, mà còn cả các ứng dụng tích hợp, nghi thức giao tiếp, và thiết bị giá rẻ. Môi trường mã nguồn mở là lựa chọn của tác giả để phát triển do tính uyển chuyển, cũng như cung cấp khả năng truy cập hoàn toàn mã nguồn của ứng dụng và các giao thức giao tiếp mạng, qua đó hoàn toàn làm chủ công nghệ.

Các lĩnh vực cụ thể mà nhóm UiTiOt tập trung hiện nay bao gồm:

- Phát triển kiến trúc và giao thức mạng IoTs/WEI/CPSes/Smart City có khả năng tự cấu hình và tổ chức, tiết kiệm năng lượng và ứng dụng của các công nghệ này

¹⁷ <http://iot.uit.edu.vn/>

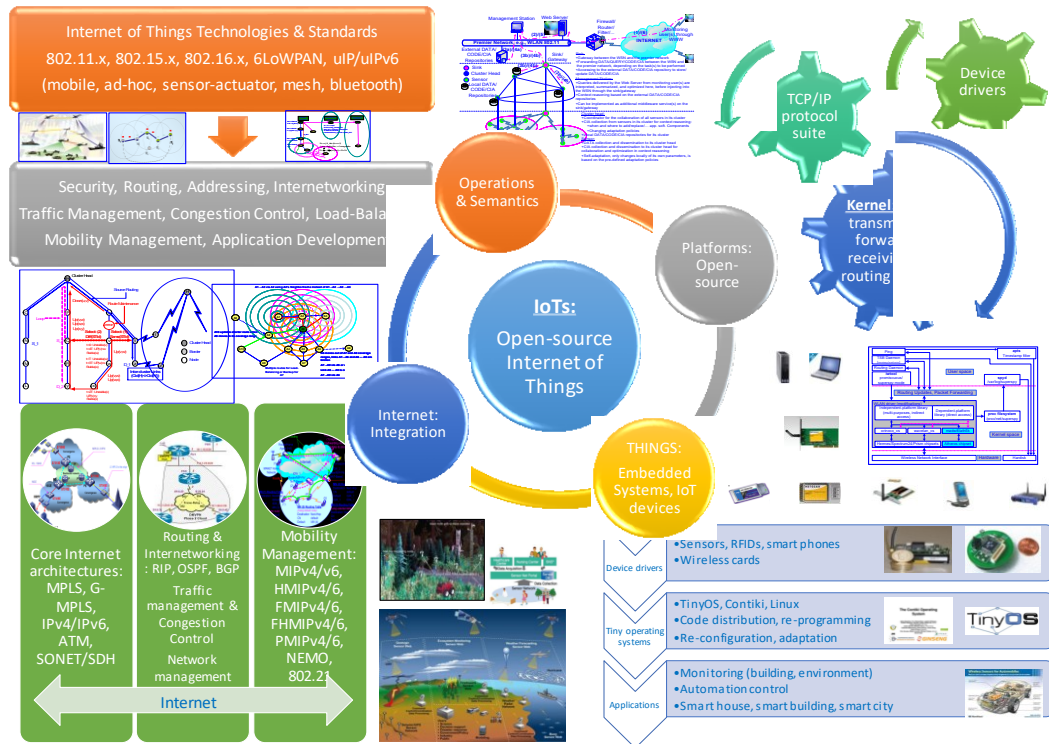
¹⁸ <https://sites.google.com/site/quanletrung/>

trong các ứng dụng IoTs thông minh như: quản lý môi trường, nhà thông minh, cảnh báo cháy.

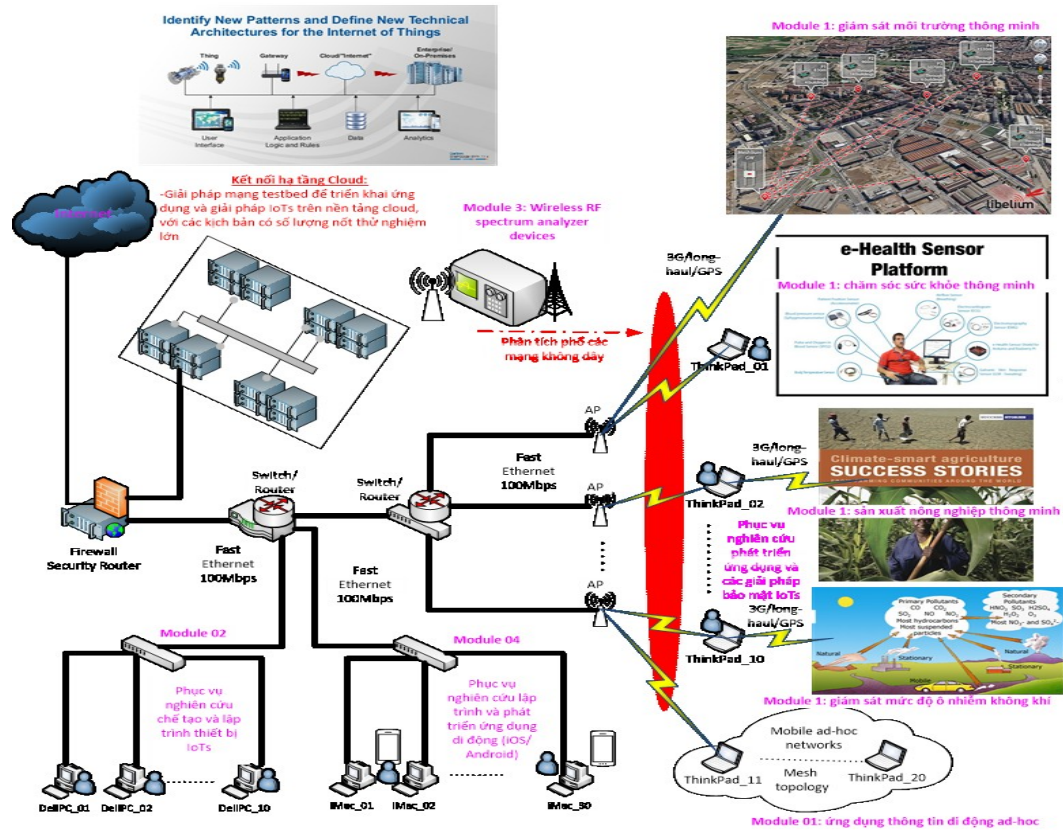
- Phát triển các thiết bị hệ thống nhúng IoTs/WEI/CPSes/Smart City giá rẻ trên các nền tảng (platform) mã nguồn mở như Linux, TinyOS, ContikiOS để sử dụng trong các ứng dụng hàng ngày, ví dụ như thiết bị định tuyến không dây ad-hoc, thiết bị cảm ứng không dây IoTs, thiết bị RFID.
- Tái cấu hình trong mạng cảm biến không dây IoTs/WEI/CPSes/Smart City nhằm nâng cao khả năng thích ứng của hệ thống trước các biến đổi động (dynamic changes) và sự kiện không biết trước (unknown events) trong môi trường, ví dụ như trong các ứng dụng giám sát môi trường, dự báo thời tiết. Thông qua đó, việc triển khai, bảo trì hệ thống sẽ được thực hiện với chi phí thấp nhất.
- Nghiên cứu phát triển môi trường, công cụ hỗ trợ đánh giá thử nghiệm các ứng dụng và giao thức IoTs/WEI/CPSes/Smart City với chi phí đầu tư và triển khai hợp lý tại Việt Nam, cũng như có thể xây dựng các kịch bản với số lượng lớn các thiết bị, chạy và kiểm thử cho ra kết quả chính xác, nhanh chóng.
- Nghiên cứu các tiêu chuẩn công nghiệp mới trong lĩnh vực WEI/IoTs/CPSes/Smart City, các thực thể thông minh (Smart objects, Smart Houses, Smart City), các vi nghi thức giao tiếp mạng (micro IP /IPv6), và các vi hệ điều hành mã nguồn mở (tiny, open-sourced operating systems) dành cho các hệ thống nhúng, các thiết bị nhỏ với tài nguyên hạn chế (limited resources, e.g., Contiki OS, TinyOS). Thông qua đó sẽ phát triển các phiên bản ứng dụng tối ưu tiếp theo.

Hiện nay, chúng tôi cũng đã và đang triển khai Phòng thí nghiệm (PTN) IoTs/Hệ thống nhúng tại Bộ môn Mạng máy tính, Khoa Mạng máy tính và Truyền thông, thuộc Trường ĐHCNTT – ĐHQG HCM, phục vụ giảng dạy, đào tạo nhân lực chuyên môn cao (kỹ sư) trong lĩnh vực IoTs/Industry4.0, và nghiên cứu chuyên sâu để phát triển và triển khai các giải pháp Smart City. **Hình 5** trình bày kiến trúc hạ tầng mạng IoTs/Cloud computing đã được chúng tôi triển khai thực tế trong PTN để phát triển giải pháp và ứng dụng IoTs/Smart City. Ngoài ra, chúng tôi cũng đã có những hợp tác quốc tế sâu rộng

trong lĩnh vực Smart Houses, Smart City với các đối tác quốc tế tại Nhật Bản, Canada, Naury. **Hình 6** trình bày một số hoạt động hợp tác nghiên cứu phát triển giải pháp Smart Houses giữa chúng tôi và đối tác tại Viện JAIST/Nhật Bản trong giai đoạn 2012-2015.



Hình 4. Các hướng nghiên cứu về IoTs/Smart City hiện nay của nhóm UiTiOt.



Hình 5. Kiến trúc hạ tầng mạng IoTs/Smart City tại PTN nhóm UiTiOt.



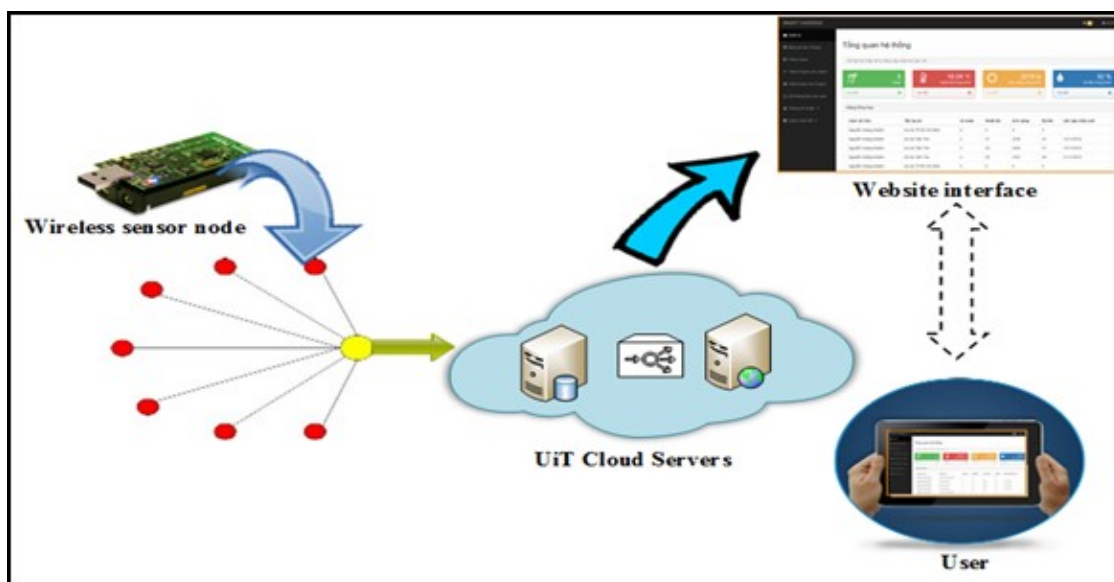
Hình 6. Các hoạt động hợp tác về Smart Houses giữa nhóm UiTiOt và Viện JAIST – Nhật Bản.

II.2 Giải pháp Smart City nhóm UiTiOt đề xuất

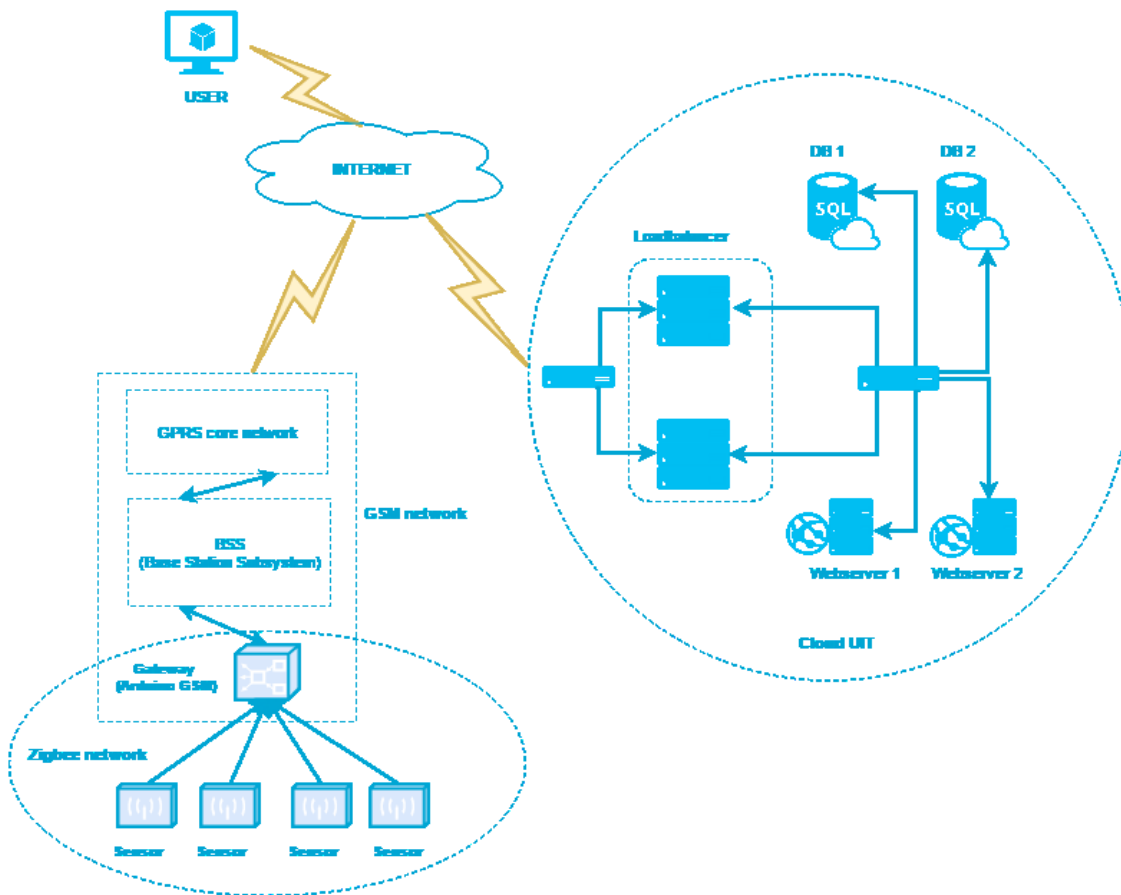
II.2.1 Các ứng dụng IoTs thông minh trong lĩnh vực nhà thông minh (Smart Houses), nông nghiệp thông minh (Smart Garden/Agriculture), giám sát chất lượng ô nhiễm không khí (Air Quality Index)

Hiện nhóm nghiên cứu UiTiOt đã phát triển một số ứng dụng IoTs thực tế áp dụng được cho các vùng đô thị thông minh tại Việt Nam nói chung và Bình Dương nói riêng, trong các lĩnh vực nhà thông minh (Smart Houses), nông nghiệp thông minh (Smart Garden/Agriculture), và giám sát chất lượng ô nhiễm không khí (Air Quality Index).

Hình 7-8 trình bày kiến trúc một số ứng dụng trong các lĩnh vực này để minh họa.



Hình 7. Kiến trúc ứng dụng IoTs trong lĩnh vực nông nghiệp thông minh.



Hình 8. Kiến trúc ứng dụng IoTs giám sát chất lượng không khí.

II.2.2 Hệ thống mạng thử nghiệm IoTs testbed trên điện toán đám mây (Cloud computing)

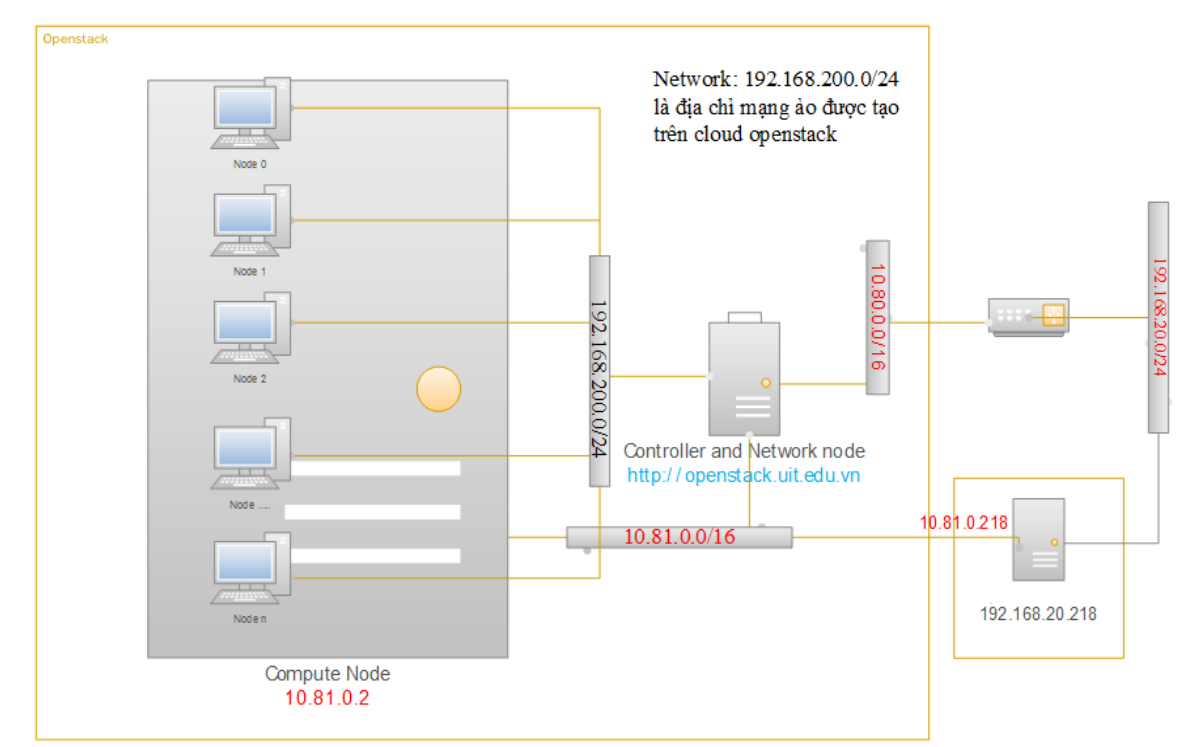
Hệ thống IoTs network testbed được xây dựng là một môi trường để có thể nghiên cứu và đánh giá thử nghiệm các giải pháp IoTs và ứng dụng IoTs tại các thành phố thông minh, đô thị thông minh (Smart Cities) ở Việt Nam với các tiêu chí:

- Có thể hỗ trợ đánh giá thử nghiệm nhiều chuẩn giao tiếp IoTs/Smart City (IEEE WLAN 802.11, IEEE WPAN 802.15.4,...)
- Hỗ trợ đánh giá thử nghiệm các kiến trúc mạng IoTs khác nhau (Mesh/Tree/Grid/Ring/Chain/Star).
- Hỗ trợ đánh giá thử nghiệm các kịch bản ứng dụng IoTs triển khai thực tế áp dụng được cho Smart City, sử dụng các thiết bị IoTs thực (telosB, raspberry Pi, Adruino)

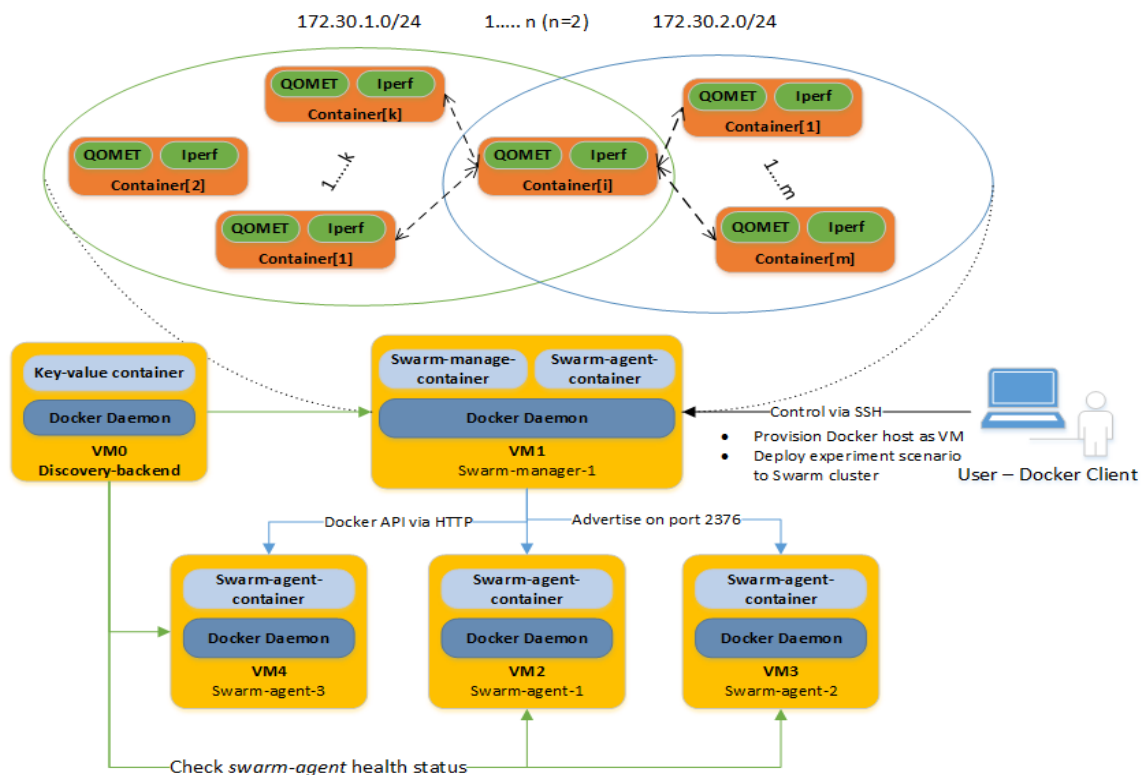
Uno R3) ở trong các lĩnh vực thuộc Smart City như: *i)* nhà thông minh; *ii)* nông nghiệp thông minh; *iii)* giám sát độ ô nhiễm không khí.

- Hỗ trợ đánh giá thử nghiệm các kịch bản ứng dụng IoTs giả lập với số lượng thiết bị tham gia lớn (hàng ngàn đến hàng chục ngàn thiết bị), trong đó các máy ảo được cấp phát trên Cloud sẽ giả lập thiết bị IoTs thông qua các phần mềm giả lập IoTs, kết nối theo các kiến trúc luận lý khác nhau (Tree/Mesh/Chain/...).
- Hỗ trợ đánh giá thử nghiệm các kịch bản ứng dụng IoTs hỗn hợp, có yêu cầu số lượng lớn thiết bị IoTs tham gia lớn (tính năng scalability), trong đó sẽ triển khai một số thiết bị IoTs thực, kết hợp với các thiết bị IoTs giả lập.
- Môi trường triển khai để đánh giá thử nghiệm có chi phí hợp lý, thời gian đáp ứng và chạy thử nghiệm nhanh chóng cho kết quả. Hệ thống đạt được các tính năng rộng mở (scalability), tính năng sẵn sàng (availability), tính tin cậy (reliability).
- Làm chủ công nghệ thông qua nghiên cứu phát triển các giải pháp IoTs dựa trên nền tảng các phần mềm mã nguồn mở.

Hình 9-10 trình bày kiến trúc mạng thử nghiệm IoTs testbed mà chúng tôi đã phát triển và triển khai thực tế trên nền tảng điện toán đám mây (Cloud computing) hiện đang được triển khai thực tế tại ĐHCNTT – ĐHQG HCM.



Hình 9. Kiến trúc mạng thử nghiệm IoTs testbed.



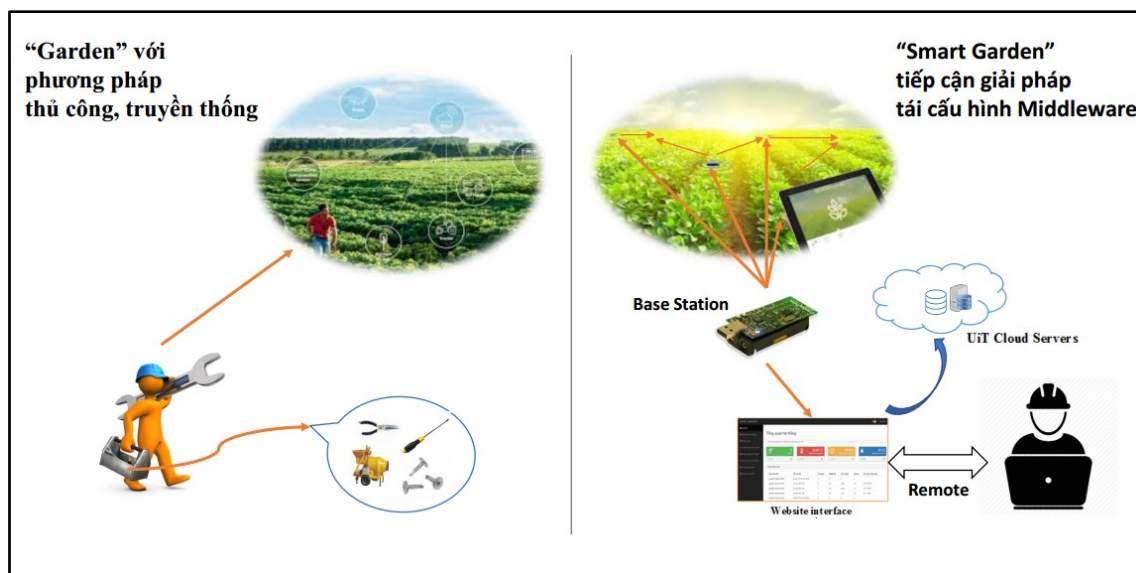
Hình 10. Kiến trúc IoTs testbed sử dụng công nghệ virtual container.

II.3 Giải pháp tái cấu hình (reconfiguration) để thay đổi hành vi ứng dụng IoTs thông minh từ xa

Vấn đề tái cấu hình trong lĩnh vực IoTs áp dụng cho Smart City, cụ thể là ứng dụng và kiến trúc, giao thức mạng IoTs, trên thiết bị và ứng dụng IoTs, là do các nhu cầu cấp thiết sau:

- Các thay đổi động (dynamic changes) trong môi trường triển khai (deployment environment), hoặc các sự kiện không lường trước (unpredicted events), do đó tất yếu phải thay đổi hành vi của ứng dụng IoTs đã triển khai để cập nhật.
- Vị trí địa hình triển khai ứng dụng IoTs là khó thâm nhập (unaccessible), ví dụ bên ngoài các tòa nhà siêu cao tầng (sky scrappers), trong nhà máy hóa chất, nhà máy hạt nhân, do đó cần phát triển các giải pháp tái cấu hình IoTs để giám sát và thay đổi hành vi của ứng dụng IoTs/Smart City từ xa qua các bộ giao thức mạng IoTs.
- Chi phí thu thập các thiết bị IoTs để tái cấu hình, lập trình lại thiết bị để thay đổi hành vi ứng dụng IoTs là rất lớn, ví dụ để thu thập hàng ngàn thiết bị IoTs đã triển khai bên ngoài các tòa nhà cao hàng trăm tầng trong các khu đô thị/thành phố thông minh..., do đó cũng cần phát triển các giải pháp tái cấu hình IoTs để giám sát và thay đổi hành vi của ứng dụng IoTs từ xa qua các bộ giao thức mạng IoTs.
- Phục vụ các mục tiêu nằm trong chương trình đột phá đô thị thông minh, góp phần giải quyết các vấn đề trọng tâm nhằm xây dựng thành phố thông minh, bao gồm: điều khiển giao thông thông minh, y tế thông minh, giám sát ô nhiễm môi trường, biến đổi khí hậu,...

*Hướng tiếp cận của chúng tôi về tái cấu hình (Reconfiguration) được triển khai theo hai trọng tâm: i) vertical approach: tái cấu hình theo kiến trúc lớp của bộ giao thức mạng; và ii) horizontal approach: tái cấu hình với khả năng tích hợp hạ tầng mạng viễn thông thế hệ mới 3G/4G/5G. **Hình 11** trình bày cụ thể hướng tiếp cận cụ thể của chúng tôi trong vấn đề tái cấu hình này. **Hình 12** mô tả kịch bản chúng tôi phát triển và ứng dụng giải pháp tái cấu hình cho ứng dụng nông nghiệp thông minh.*



Hình 12. Giải pháp tái cấu hình IoTs áp dụng cho ứng dụng nông nghiệp thông minh.

III. Kết luận

Bài tham luận này tóm tắt các công nghệ liên quan đến việc phát triển giải pháp cho đô thị thông minh là IoTs và Điện toán đám mây, giới thiệu các sản phẩm ứng dụng và giải pháp nhóm nghiên cứu UiTiOt đã thực hiện tại ĐH CNTT hiện nay. Trong bối cảnh KHCN đang phát triển nhanh chóng, nền kinh tế đang ngày càng cạnh tranh, và đất nước đang thực hiện cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, nhóm nghiên cứu UiTiOt cùng với Khoa Mạng máy tính và Truyền thông tại ĐH CNTT đã nỗ lực đóng góp về đào tạo nhân lực chất lượng cao và thực hiện NCKH chuyên sâu về CNTT & TT. Chúng tôi cũng mong muốn nhận được các ý kiến đóng góp, phản hồi từ độc giả, đồng nghiệp, các nhà nghiên cứu, doanh nghiệp để nâng cao chất lượng đào tạo, NCKH, đáp ứng các tiêu chuẩn quốc tế thời hội nhập.