
BỘ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG



KHUNG THAM CHIẾU ICT
PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ THÔNG MINH



*(Ban hành kèm theo Quyết định số... .QĐ/BTTTT ngày... tháng...năm 2019
của Bộ trưởng Bộ Thông tin và Truyền thông)*

Hà Nội, năm 2019

MỤC LỤC

MỤC LỤC HÌNH VẼ.....	4
MỤC LỤC BẢNG BIỂU.....	5
I. GIỚI THIỆU	6
1. MỤC ĐÍCH.....	6
2. KHÁI NIỆM	6
3. NGUYÊN TẮC CHUNG TRONG XÂY DỰNG ĐÔ THỊ THÔNG MINH Ở VIỆT NAM	6
4. PHẠM VI ÁP DỤNG.....	8
II. KHUNG THAM CHIẾU ICT PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ THÔNG MINH	9
1. Lớp Đối tượng sử dụng.....	9
2. Lớp Ứng dụng thông minh.....	9
3. Lớp Hỗ trợ dịch vụ và dữ liệu.....	21
<i>3.1 Tích hợp dịch vụ</i>	<i>21</i>
<i>3.2 Tích hợp dữ liệu</i>	<i>23</i>
<i>3.3 Nguồn dữ liệu.....</i>	<i>28</i>
4. Lớp Điện toán và lưu trữ.....	28
<i>4.1 Tài nguyên điện toán</i>	<i>29</i>
<i>4.2 Tài nguyên lưu trữ.....</i>	<i>29</i>
<i>4.3 Tài nguyên phần mềm</i>	<i>31</i>
5. Lớp Mạng kết nối.....	31
6. Lớp Thu thập dữ liệu	32
6.1 Thu thập dữ liệu từ các cảm biến.....	32
6.2 Thiết bị kích hoạt	34
6.3 Thu thập dữ liệu con người.....	35
7. Hệ thống Bảo mật.....	36
8. Hệ thống Xây dựng	36
9. Hệ thống Bảo trì và hoạt động.....	36
9.1 Lập kế hoạch	37
9.2 Triển khai	37

9.3 Kiểm tra	38
9.4 Cải thiện	38
10. Hệ thống Định danh	38
11. Hệ thống Định vị	38
12. Trung tâm xử lý điều hành thông tin tập trung, đa nhiệm	39
III. KHUNG THAM CHIẾU INTERNET VẠN VẬT (IOT)	40
1. Mô hình tham chiếu dựa trên thực thể	40
2. Mô hình tham chiếu dựa trên miền	43
2.1 Giới thiệu	43
3. Mối quan hệ giữa RM dựa trên thực thể và RM dựa trên miền	46
4. Các góc nhìn về khung tham chiếu IoT	47
4.1 Mô tả chung	47
4.2 Góc nhìn chức năng của Khung tham chiếu IoT	48
4.3 Góc nhìn hệ thống của Khung tham chiếu IoT	53
4.4 Góc nhìn kết nối của khung tham chiếu IoT	57
4.5 Góc nhìn thông tin của Khung tham chiếu IoT	60
4.6 Góc nhìn sử dụng của khung tham chiếu IoT	63
IV. KHUNG THAM CHIẾU MẠNG CẢM BIẾN	74
1. Miền cảm biến	82
2. Miền mạng kết nối	85
3. Miền dịch vụ	86
4. Các thực thể chức năng	87
4.1 Lớp phần cứng nút cảm biến	87
4.2 Lớp các chức năng cơ bản	88
4.3 Lớp dịch vụ	91
4.4 Lớp ứng dụng	95
V. TỔ CHỨC THỰC HIỆN	97

MỤC LỤC HÌNH VẼ

Hình 1 – Sơ đồ tổng thể Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh	9
Hình 2 - Mô hình mạng lưới cảm biến trong thành phố	24
Hình 3 - Quá trình ETL	25
Hình 4 - Mô hình tham chiếu IoT dựa trên thực thể.....	40
Hình 5 - Mối quan hệ giữa miền và thực thể, cùng các thực thể khái niệm đặc trưng trong các hệ thống IoT	43
Hình 6 - Mô hình tham chiếu dựa trên miền của IoT	44
Hình 7 – Mối quan hệ giữa RM dựa trên thực thể và RM dựa trên miền	47
Hình 8 - Góc nhìn chức năng của Khung tham chiếu IoT – phân chia các thành phần chức năng của Khung tham chiếu IoT	49
Hình 9 - Góc nhìn hệ thống của khung tham chiếu IoT	54
Hình 10 - Góc nhìn kết nối của Khung tham chiếu IoT	58
Hình 11 - Các loại thông tin liên quan đến các miền	61
Hình 12 - Các loại thông tin liên quan đến các miền	62
Hình 13 - Các nhóm người dùng IoT cùng các vai trò	64
Hình 14 - Nhà cung cấp dịch vụ IoT	64
Hình 15 - Các vai trò phụ và các hoạt động của nhà cung cấp dịch vụ IoT	65
Hình 16 - Nhà phát triển dịch vụ IoT.....	66
Hình 17 - Các vai trò phụ và các hoạt động của nhà phát triển dịch vụ IoT	67
Hình 18 - Người dùng IoT.....	67
Hình 19 - Các vai trò phụ cùng các hoạt động của người dùng IoT	68
Hình 20 - Các vai trò được hiện ra khi hệ thống được đưa vào sử dụng.....	69
Hình 21 - Các hoạt động của quá trình phát triển thiết bị và ứng dụng	71
Hình 22 - Sử dụng dữ liệu thiết bị cho các hoạt động vận hành và phân tích liên quan đến bảo mật.....	72
Hình 23 - Sử dụng các dịch vụ IoT liên vùng theo chiều dọc.....	73
Hình 24 - Vai trò và hoạt động trong suốt vòng đời sản phẩm IoT	74
Hình 25 - Mô hình vật lý mức cao các miền mạng cảm biến	76
Hình 26 - Tổng quan các giao diện mạng cảm biến trong một nút cảm biến, các nút cảm biến đến các nút cảm biến, và nút cảm biến đến môi trường bên ngoài	78
Hình 27 - Khung tham chiếu vật lý nút cảm biến	80
Hình 28 – Khung tham chiếu chức năng mạng cảm biến.....	82

MỤC LỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1 - Danh mục thiết bị cảm biến	33
Bảng 2 - Thông tin để nhận dạng.....	62
Bảng 3 - Thông tin cho kết nối	63
Bảng 4 - Thông tin để xác thực	63
Bảng 5 - Tổng thể về các hoạt động và các vai trò.....	70
Bảng 6 - Mô hình chức năng và các mô tả trong Miền cảm biến	85
Bảng 7 - Mô hình chức năng và các mô tả của Miền mạng kết nối.....	86
Bảng 8 - Mô hình chức năng và các mô tả của Miền dịch vụ.....	87

I. GIỚI THIỆU

1. MỤC ĐÍCH

Xây dựng Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh để làm căn cứ cho việc xây dựng, phát triển đô thị thông minh tại Việt Nam tuân thủ các nguyên tắc phát triển đô thị thông minh nêu tại Mục 3. Nguyên tắc chung trong xây dựng đô thị thông minh ở Việt Nam của văn bản này.

Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh hướng tới việc xác định một tập các thành phần lô-gic và các chức năng của chúng để có thể giúp các đô thị xây dựng Kiến trúc ICT phát triển đô thị thông minh cho riêng mình bảo đảm sự đồng bộ trong việc lập kế hoạch, lộ trình thực hiện phát triển đô thị thông minh.

2. KHÁI NIỆM

Đô thị thông minh là đô thị hoặc khu vực cư dân ứng dụng công nghệ thông tin và truyền thông phù hợp, tin cậy, có tính đổi mới sáng tạo và các phương thức khác nhằm nâng cao hiệu lực, hiệu quả công tác phân tích, dự báo, cung cấp các dịch vụ, quản lý các nguồn lực của đô thị có sự tham gia của người dân; nâng cao chất lượng cuộc sống và làm việc của cộng đồng; thúc đẩy đổi mới, sáng tạo phát triển kinh tế; đồng thời bảo vệ môi trường trên cơ sở tăng cường liên thông, chia sẻ dữ liệu, an toàn, an ninh thông tin giữa các hệ thống và dịch vụ.

Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh là một tập các thành phần ICT ở mức lô-gic và các chức năng của đô thị thông minh để gắn kết các lĩnh vực, các ứng dụng, các dịch vụ đô thị thông minh bảo đảm tính thống nhất, đồng bộ trong phát triển đô thị thông minh.

Kiến trúc ICT phát triển đô thị thông minh là kiến trúc công nghệ phục vụ phát triển đô thị thông minh tại địa phương. Kiến trúc ICT phát triển đô thị thông minh của địa phương cần tuân thủ Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh do Bộ Thông tin và Truyền thông ban hành.

3. NGUYÊN TẮC CHUNG TRONG XÂY DỰNG ĐÔ THỊ THÔNG MINH Ở VIỆT NAM

Việc xây dựng đô thị thông minh ở Việt Nam cần thực hiện theo các nguyên tắc chung như sau:

- a) Lấy người dân làm trung tâm.

b) Bảo đảm năng lực cơ sở hạ tầng thông tin tạo ra hệ sinh thái số đáp ứng nhu cầu phát triển các ứng dụng, dịch vụ đô thị thông minh. Đẩy mạnh dùng chung cơ sở hạ tầng thông tin, khuyến khích dữ liệu mở (open data) bao gồm những dữ liệu có thể hiểu được (được mô tả tường minh), sử dụng và khai thác được bởi tất cả các bên tham gia xây dựng đô thị thông minh. Dữ liệu mở do chính quyền địa phương sở hữu và chia sẻ cho các bên liên quan (nếu cần).

c) Bảo đảm tính trung lập về công nghệ; chú trọng áp dụng các công nghệ ICT phù hợp với đô thị thông minh như Internet Vạn vật (IoT), điện toán đám mây, phân tích dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo... và có khả năng tương thích với nhiều nền tảng; tận dụng, tối ưu cơ sở hạ tầng ICT sẵn có.

d) Bảo đảm an toàn, an ninh thông tin, năng lực ứng cứu, xử lý sự cố mất an toàn thông tin, đặc biệt là hạ tầng thông tin trọng yếu; bảo vệ thông tin riêng tư của người dân.

đ) Căn cứ nhu cầu và điều kiện thực tế, địa phương chủ động xây dựng và triển khai Đề án tổng thể xây dựng đô thị thông minh, có tầm nhìn bám sát chủ trương, định hướng của Đảng và Chính phủ, gắn liền với các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển kinh tế xã hội của mỗi địa phương (nhu cầu quản lý, nhu cầu của người dân, các điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức). Việc xây dựng đô thị thông minh phải đảm bảo tính kế thừa và phát triển bền vững các giá trị văn hóa – kinh tế, xã hội, các giá trị vật chất và phi vật chất của các địa phương.

e) Ưu tiên các nhiệm vụ có tính chất tổng thể và phục vụ liên ngành bao gồm Kiến trúc ICT phát triển đô thị thông minh tại địa phương, bảo đảm an toàn thông tin, hạ tầng băng rộng, v.v...

g) Sử dụng lại trước khi mua hoặc xây dựng: Các ứng dụng, thành phần hệ thống nên được sử dụng lại nếu có thể, chỉ sử dụng giải pháp mua sắm hàng hóa nếu cần thiết và chỉ được xây dựng mới nếu có yêu cầu không thể thực hiện được.

h) Quản lý dữ liệu như quản lý tài sản: Dữ liệu sẽ được quản lý để bảo đảm tính chính xác, chất lượng của dữ liệu để hỗ trợ ra các quyết định nghiệp vụ đúng đắn.

i) Bảo đảm dữ liệu được quản lý và chia sẻ: Dữ liệu để xử lý cùng loại nghiệp vụ của các cơ quan, tổ chức, cá nhân phải giống nhau và biết rõ nguồn gốc dữ liệu đó.

k) Dữ liệu truy cập được: Dữ liệu phải dễ tìm kiếm, truy vấn và hiển thị đúng một phiên bản gốc/thật.

m) Thí điểm các dịch vụ và ứng dụng mới: Xây dựng mẫu, thử nghiệm với người sử dụng và hoàn thiện từ trải nghiệm người sử dụng.

l) Sử dụng tiêu chuẩn mở và mã nguồn mở: Tiêu chuẩn mở phải được sử dụng trong tất cả các thiết kế giải pháp để thúc đẩy khả năng liên thông. Phần mềm mã nguồn mở phải được đánh giá, xem xét cùng với các phần mềm thương mại khi lựa chọn giải pháp công nghệ.

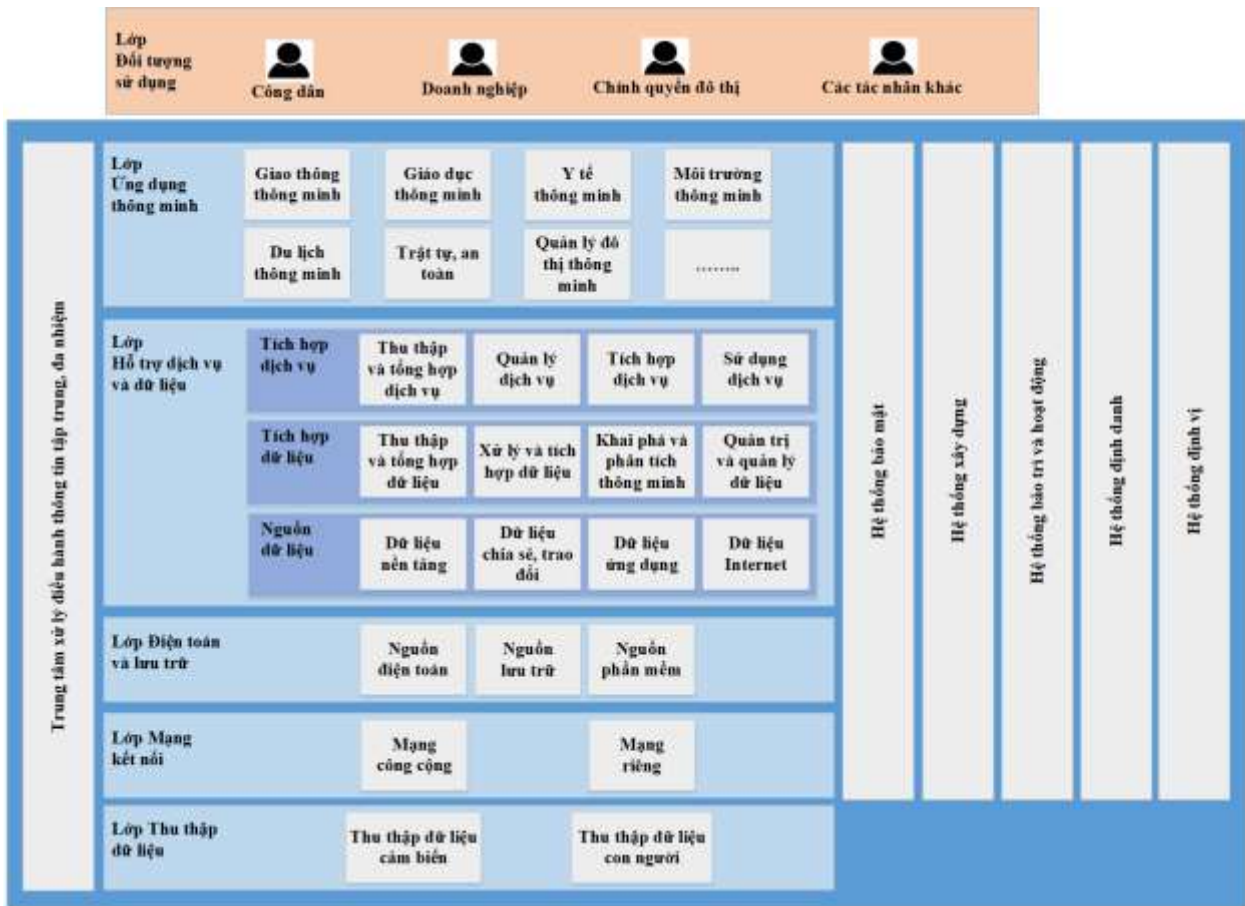
4. PHẠM VI ÁP DỤNG

Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh là căn cứ để xây dựng, triển khai:

- Đề án đô thị thông minh;
- Các dự án đầu tư phát triển đô thị thông minh;
- Các kế hoạch thuê dịch vụ đô thị thông minh; và
- Kiến ICT phát triển đô thị thông minh của địa phương.

II. KHUNG THAM CHIẾU ICT PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ THÔNG MINH

Sơ đồ tổng thể của Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh được thể hiện như trong Hình 1 bên dưới:



Hình 1 – Sơ đồ tổng thể Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh

Các thành phần của Khung tham chiếu ICT phát triển đô thị thông minh bao gồm những thành phần sau:

1. Lớp Đối tượng sử dụng

Lớp Đối tượng sử dụng bao gồm các tác nhân tham gia sử dụng các dịch vụ, ứng dụng của đô thị thông minh. Các đối tượng này không giới hạn ở mức độ là con người, mà còn có thể là các thiết bị, các máy móc trong hệ sinh thái đô thị thông minh.

2. Lớp Ứng dụng thông minh

Lớp Ứng dụng thông minh cung cấp các ứng dụng thông minh và khả năng tích hợp của chúng xuyên suốt các lĩnh vực cùng với sự hỗ trợ từ các lớp bên dưới. Các ứng dụng đến từ các lĩnh vực khác nhau như giao thông thông minh, giáo dục thông

minh, y tế thông minh, v.v... Những ứng dụng này cung cấp các thông tin, ứng dụng và dịch vụ cần thiết cho các yêu cầu cụ thể từ phía cộng đồng, doanh nghiệp, các nhà quản lý thành phố, v.v... Khả năng của Lớp Ứng dụng thông minh bao gồm các khía cạnh sau:

a) Hỗ trợ việc đưa ra tầm nhìn đối với các phản hồi thông minh để đáp ứng các yêu cầu từ phía các dịch vụ công cộng, quản lý xã hội, các hoạt động công nghiệp và các hoạt động khác.

b) Truy cập và sử dụng tài nguyên và dịch vụ được cung cấp bởi Lớp Thu thập dữ liệu, Lớp Mạng kết nối, Lớp Điện toán và lưu trữ, Lớp Hỗ trợ dịch vụ và dữ liệu.

Một số lĩnh vực, dịch vụ ưu tiên phát triển trong đô thị thông minh giai đoạn 2018 – 2025 và định hướng đến năm 2030 bao gồm:

Danh mục/Tiểu mục	Chức năng	Hệ thống/Ứng dụng
Quản lý đô thị thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Quản lý và nâng cao quá trình xây dựng, tiết kiệm năng lượng, bảo đảm tính an toàn và thuận tiện. - Nhận biết, sử dụng và quản lý nguồn tài nguyên đất đai trong môi trường xây dựng 	
Nhà thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Cho phép tự động và kiểm soát từ xa các hệ thống trong nhà. - Tạo ra các dịch vụ để nâng cao nhận thức của cư dân về mức độ tiêu thụ năng lượng và nước - Kích hoạt các dịch vụ hỗ trợ cuộc sống từ xa. - Tối ưu hóa hệ thống sưởi, giảm mức độ tiêu thụ năng lượng và các tác 	<ul style="list-style-type: none"> - Các hệ thống quản lý và giám sát nhà ở. - Các hệ thống quản lý và giám sát xây dựng. - Các hệ thống quản lý và giám sát năng lượng. - Các hệ thống quản lý và giám sát nước. - Các hệ thống giám sát mức độ tiêu thụ.

		động môi trường và qua đó giảm các hóa đơn.	
	Tòa nhà thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Cho phép tự động và kiểm soát từ xa các hệ thống trong nhà và của tòa nhà. - Tạo ra các dịch vụ để nâng cao nhận thức của cư dân trong tòa nhà về mức độ tiêu thụ năng lượng và nước. 	<ul style="list-style-type: none"> - Các hệ thống quản lý và giám sát tòa nhà. - Các hệ thống quản lý và giám sát năng lượng. - Các hệ thống quản lý và giám sát nước.
	Quản lý và sử dụng đất	<ul style="list-style-type: none"> - Thu thập và cung cấp thông tin về tài nguyên đất đai và sự sử dụng đất. - Quản lý tài nguyên thiên nhiên 	<ul style="list-style-type: none"> - Các hệ thống phân loại việc sử dụng đất - Bản đồ đất đai dựa trên GIS - Các hệ thống quy hoạch đất đai thông minh
	Cấp thoát nước thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Thu thập, quản lý, phân bổ, sử dụng, tái sử dụng và tái chế nước. - Cắt giảm mức độ tiêu thụ nước và sự ô nhiễm, cho phép sử dụng hiệu quả tài nguyên nước. - Cắt giảm chi phí và tăng sự tin cậy cũng như tính minh bạch trong việc phân phối nước. 	
	Quản lý và thu thập nước	<ul style="list-style-type: none"> - Lập bản đồ và giám sát mạng đường ống nước. - Giám sát mực nước ngầm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Các hệ thống dự báo thời tiết. - Các hệ thống bản đồ không gian địa lý của

	<ul style="list-style-type: none"> - Dự đoán và quản lý các sự việc theo thời gian (ví dụ như bão...). - Giám sát chất lượng nước và đưa ra các hành động khắc phục kịp thời trong bất kỳ trường hợp suy giảm chất lượng nước. - Phân tích, dự đoán và quản lý mức độ tiêu thụ nước. 	hệ thống mạng ống nước.
Phân phối nước	<ul style="list-style-type: none"> - Lập bản đồ, giám sát, quản lý và tạo sự hiệu quả đối với mạng lưới phân phối nước. - Phát hiện việc mất điện, vỡ, rò rỉ đường ống trong mạng ống nước. - Giám sát chất lượng nước và đưa ra các hành động khắc phục kịp thời. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống quản lý và phát hiện rò rỉ nước. - Hệ thống quản lý điện cung cấp. - Ứng dụng cho việc quản lý theo không gian mạng lưới ống nước. - Các hệ thống kiểm soát chất lượng nước.
Mức độ tiêu thụ nước	<ul style="list-style-type: none"> - Cho phép người dùng hiểu, giám sát, và kiểm soát lượng nước tiêu thụ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Các hệ thống trực tuyến để biết và kiểm soát mức độ sử dụng nước.
Quản lý nước thải sinh hoạt	<ul style="list-style-type: none"> - Giám sát hạ tầng cống rãnh. - Cải thiện việc xử lý rác thải. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống kiểm soát và giám sát máy móc. - Hệ thống kiểm soát và giám sát hạ tầng cống rãnh.
Thu gom và xử lý rác thải thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Ứng dụng việc tái chế và tái sử dụng các sản phẩm nhằm mục đích chuyển 	

	<ul style="list-style-type: none"> đổi rác thải thành các tài nguyên và tạo thành một vòng lặp để tăng hiệu quả kinh tế. Hướng người dân tham gia và việc bảo vệ vệ sinh thành phố. Nâng cao hiệu quả của việc thu gom rác và hệ thống giao thông. Cải thiện quy trình xử lý chất thải. 	
Sự tham gia của người dân	<ul style="list-style-type: none"> Tuyên truyền sự nhận thức về việc phân loại chất thải và việc tái chế. Nâng cao chất lượng vệ sinh của thành phố, quy hoạch các tuyến đường để thu gom rác, tối ưu hóa tài nguyên, quản lý hiệu quả tài sản, bảo trì một cách hiệu quả, các thùng rác phải đặt tại nơi dễ thấy, đánh giá chất lượng không khí, v.v... 	<ul style="list-style-type: none"> Nền tảng trực tuyến cho việc bán và thu lại giá trị từ các sản phẩm. Cổng thông tin để chia sẻ và cung cấp thông tin.
Thu thập rác	<ul style="list-style-type: none"> Tối ưu lịch trình và các tuyến thu gom rác. Giảm nhân lực trong việc thu gom rác. 	<ul style="list-style-type: none"> Các hệ thống lên lịch trình thu gom rác (dựa trên các cảm biến và các thiết bị GPS). Các hệ thống tự động thu gom rác.
Xử lý chất thải	<ul style="list-style-type: none"> Đánh giá các sản phẩm năng lượng tạo ra từ rác thải. 	<ul style="list-style-type: none"> Các hệ thống giả lập về năng lượng.

	<ul style="list-style-type: none"> - Cho phép quản lý bãi rác thông minh. - Giám sát mức độ ô nhiễm tại các bãi rác. 	<ul style="list-style-type: none"> - Các hệ thống quản lý bãi rác. - Các hệ thống kiểm soát sự ô nhiễm.
<p>Lưới điện thông minh Chiếu sáng thông minh</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Quản lý khoảng cách cung/cầu. - Giảm thiểu sự thất thoát năng lượng, giảm sự tiêu thụ năng lượng và giảm lượng carbon thải ra. - Cung cấp năng lượng 24/7 và các công tơ đáng tin cậy. - Tạo ra một mạng lưới điện thông minh. - Cải thiện việc quản lý tài sản năng lượng, các hoạt động về năng lượng, và dịch vụ chăm sóc khách hàng cho người dân và doanh nghiệp. 	
<p>Cung cấp năng lượng</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cải thiện việc cung cấp năng lượng bằng cách tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo phi tập trung. - Cung cấp việc quản lý dịch vụ cung cấp năng lượng: quản lý mức độ tiêu thụ, đáp ứng nhu cầu tiêu thụ, kiểm soát và giám sát theo thời gian thực. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống quản lý cung/cầu. - Hệ thống mô phỏng năng lượng. - Hệ thống giám sát và kiểm soát mức độ tiêu thụ theo thời gian thực. - Hệ thống quản lý và báo cáo mức độ khí carbon. - Hệ thống quản lý dịch vụ về năng lượng.

		<ul style="list-style-type: none"> - Xây dựng hồ sơ khách hàng. 	
	Phân phối và truyền tải năng lượng	<ul style="list-style-type: none"> - Điều chỉnh các yếu tố về khả năng cung cấp và mức độ tải để duy trì sự ổn định của mạng lưới. - Quản lý sản lượng năng lượng không lường trước. - Xác định các hành vi trộm cắp năng lượng. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống thu thập dữ liệu và giám sát về điện. - Các giải pháp tự động hóa trạm biến áp. - Các giải pháp cho việc tự động hóa trung chuyển năng lượng. - Các giải pháp quản lý sự quá tải. - Hệ thống lưới điện tự phục hồi.
	Nhu cầu năng lượng	<ul style="list-style-type: none"> - Giảm nhu cầu về năng lượng từ các tòa nhà và các nhà máy. - Xác định khách hàng mục tiêu và xác định các chiến lược cho việc quản lý năng lượng một cách hiệu quả. - Đưa ra các chính sách về giá thông minh. - Thu thập thông tin chính xác về sự tiêu thụ năng lượng. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống quản lý hạ tầng điện lưới. - Hệ thống bản đồ GIS - Bản đồ mạng lưới và hệ thống chỉ mục người tiêu dùng. - Hệ thống đèn đường thông minh. - Các giải pháp hồ sơ khách hàng. - Hệ thống quản lý dịch vụ năng lượng. - Hệ thống giám sát mức độ tiêu thụ.
	Giao thông thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Giảm mức độ ô nhiễm, khí thải nhà kính và mức độ tiêu thụ năng lượng. - Giảm ùn tắc giao thông. - Cải thiện việc quản lý và lịch trình di chuyển. 	

	<ul style="list-style-type: none"> - Tối ưu việc lựa chọn phương thức vận chuyển và cho phép áp dụng đa phương thức một cách liền mạch. - Thay đổi cách ứng xử của các tài xế một cách dài hạn. - Nâng cao an toàn giao thông công cộng. 	
Nhu cầu đi lại	<ul style="list-style-type: none"> - Cắt giảm các nhu cầu về việc di chuyển cho các cá nhân và cả hàng hóa và giảm thời gian di chuyển. - Thúc đẩy việc sử dụng cũng như độ tin cậy đối với các phương tiện công cộng. 	<ul style="list-style-type: none"> - Các dịch vụ trực tuyến để truy cập đến thông tin của các phương tiện công cộng. - Hệ thống chia sẻ xe đạp. - Các ứng dụng chia sẻ và đi chung xe. - Dịch vụ về các kênh khác nhau cho người dân để phản ánh các vấn đề về bảo trì. - Hệ thống thanh toán không dùng tiền mặt cho các phương thức vận chuyển khác nhau. - Hệ thống dựa trên GPS cho việc theo dõi các phương tiện giao thông theo thời gian thực.
Quản lý giao thông	<ul style="list-style-type: none"> - Giám sát và phân tích thông tin giao thông và cung cấp thông tin theo 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống dựa trên GPS cho việc theo dõi các phương tiện giao

	<p>thời gian thực cũng như dự đoán mức độ giao thông.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nâng cao hiệu quả trong việc quản lý sự cố. - Nâng cao hiệu quả hoạt động vận chuyển hàng hóa. - Cung cấp việc quản lý đường phố và các bãi đỗ xe một cách hiệu quả. 	<p>thông theo thời gian thực.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống theo dõi xe dựa trên GPS. - Hệ thống đỗ xe thông minh. - Hệ thống đèn tín hiệu thông minh. - Dịch vụ CNTT cho việc vận chuyển hàng hóa. - Hệ thống quản lý sự cố hiệu quả. - Hệ thống phân tích và giám sát giao thông đường bộ theo thời gian thực. - Hệ thống mô phỏng kịch bản dựa trên việc phân tích video
Giám sát	<ul style="list-style-type: none"> - Giám sát từ xa giao thông công cộng và các tuyến đường. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống giám sát dựa trên việc phân tích video. - Hệ thống quản lý sự cố một cách hiệu quả.
Giáo dục thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Nâng cao khả năng truy cập, cải thiện chất lượng đào tạo và giảm học phí. 	
Kết quả học tập	<ul style="list-style-type: none"> - Đánh giá chất lượng giáo viên. - Giám sát chất lượng của học sinh cũng như việc đi học đúng giờ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nền tảng phân tích giáo dục. - Hệ thống quản lý chất lượng giáo viên. - Hệ thống định danh sinh trắc học.

			<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống quản lý chất lượng học sinh.
	Dạy và học	<ul style="list-style-type: none"> - Tạo điều kiện cho giáo dục từ xa. - Cải thiện việc thiết kế bài giảng và quy trình xuất bản. - Nâng cao chất lượng giảng dạy. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nền tảng học trực tuyến. - Hệ thống hội nghị truyền hình. - Giải pháp quản lý chương trình giáo dục. - Giải pháp đào tạo giáo viên trực tuyến.
	Quản lý dịch vụ	<ul style="list-style-type: none"> - Cải thiện chất lượng và sự an toàn đối với hạ tầng trường học. - Cắt giảm chi phí về nhân công và việc quản lý hạ tầng. - Cắt giảm chi phí đưa đón học sinh. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống tuyển sinh tập trung trực tuyến. - Tuyển chọn giáo viên trực tuyến. - Hệ thống tích hợp quản lý nhà trường. - Hệ thống giám sát. - Các hệ thống theo dõi dựa trên GPS trong các xe buýt
	Y tế thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Cải thiện chất lượng chữa trị, an toàn của bệnh nhân và kết quả điều trị. - Cải thiện hiệu lực và hiệu quả của các dịch vụ y tế. - Cắt giảm chi phí. - Đẩy mạnh việc tuyên truyền về y tế. 	
	Hệ thống chăm sóc sức khỏe	<ul style="list-style-type: none"> - Cung cấp thông tin theo thời gian thực về bệnh viện, giường bệnh, thời 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống quản lý hậu cần. - Các hệ thống hành chính.

	<ul style="list-style-type: none"> gian chờ đợi, phòng khám và lịch hẹn. - Quản lý tích hợp thông tin bệnh nhân. - Cung cấp khả năng truy cập trực tiếp đến thông tin về sức khỏe của người dân. - Cung cấp khả năng truy cập trực tuyến đến các dịch vụ y tế. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống quản lý thông tin bệnh nhân. - Cổng thông tin bệnh nhân trực tuyến. - Cổng thông tin y tế trực tuyến.
Chăm sóc sức khỏe	<ul style="list-style-type: none"> - Cải thiện quá trình chuẩn đoán và nâng cao việc chăm sóc sức khỏe bệnh nhân. - Theo dõi sự lan truyền của dịch bệnh. - Giảm các vấn đề liên quan đến sức khỏe. - Cung cấp việc hỗ trợ thăm khám từ xa. - Dự đoán nhu cầu chăm sóc sức khỏe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống hỗ trợ và chuẩn đoán từ xa. - Hệ thống hỗ trợ ra quyết định quan trọng. - Hệ thống mô phỏng y tế. - Hệ thống giám sát và hỗ trợ từ xa. - Hệ thống phân tích-chuẩn đoán.
Tuyên truyền	<ul style="list-style-type: none"> - Tăng cường phổ biến thông tin về dịch bệnh 	<ul style="list-style-type: none"> - Cổng thông tin trên Internet. - Hệ thống tuyên truyền.
Hệ thống cảnh báo sớm Phòng chống tội phạm	<ul style="list-style-type: none"> - Dự đoán và ứng phó nhanh chóng với các tình huống khẩn cấp và các mối đe dọa. - Cải thiện tình trạng an toàn, an ninh trong các khu vực đô thị. 	

	Giám sát thành phố và phòng chống tội phạm	<ul style="list-style-type: none"> - Phát hiện các hành vi sai trái. - Giám sát hành vi của đám đông và các sự kiện xã hội. - Hỗ trợ khả năng của con người trong việc giám sát. - Cho phép người dân cung cấp thông tin về các vấn đề quan trọng. 	<ul style="list-style-type: none"> - Các dịch vụ khẩn cấp trên điện thoại di động. - Các công cụ an ninh mạng. - Hệ thống kiểm soát sự cố. - Hệ thống giám sát. - Hệ thống tích hợp phản hồi và ứng cứu.
	Tuyên truyền	<ul style="list-style-type: none"> - Nâng cao sự nhận thức và giáo dục cho người dân 	<ul style="list-style-type: none"> - Nền tảng và dịch vụ trực tuyến
Hệ thống cảnh báo rủi ro, thiên tai		<ul style="list-style-type: none"> - Đưa ra dự báo các trường hợp khẩn cấp về thiên tai, lũ lụt - Chuẩn bị các phương án đối phó, cứu hộ, cứu nạn 	
	Quản lý và ngăn chặn thiên tai	<ul style="list-style-type: none"> - Các hệ thống thông minh cho việc quản lý khủng hoảng phục vụ cho việc hỗ trợ ra quyết định, cảnh báo sớm, giám sát và dự báo các trường hợp khẩn cấp. - Các đơn vị hoạt động tập trung của cảnh sát và hệ thống tích hợp cứu hộ 	<ul style="list-style-type: none"> - Mô hình hóa và mô phỏng để chuẩn bị cho việc quản lý khủng hoảng. - Giả lập, hỗ trợ việc ra quyết định trong các trường hợp khẩn cấp thực tế.
	Giám sát và dự báo lũ lụt	<ul style="list-style-type: none"> - Xử lý tình hình ngập lụt khẩn cấp trong thời gian gần. 	<ul style="list-style-type: none"> - Các hệ thống cảnh báo từ xa cho cư dân. - Mạng lưới giám sát lũ lụt.

		- Chuẩn bị cho các phương án đối phó với lũ lụt trong tương lai.	
	Giám sát môi trường thông minh	<ul style="list-style-type: none"> - Giám sát quan trắc khí thải - Giám sát quan trắc khí tượng - Giám sát, quản lý ô nhiễm tiếng ồn - Giám sát quan trắc chất lượng mặt nước tự động - Giám sát quan trắc chất lượng nước ngầm tự động 	

3. Lớp Hỗ trợ dịch vụ và dữ liệu

Lớp Hỗ trợ dịch vụ và dữ liệu là lớp nằm giữa Lớp Ứng dụng thông minh và Lớp Điện toán và lưu trữ, có vai trò rất quan trọng. Lớp này nhóm các khả năng về thu thập, kết nối, tính toán, lưu trữ dữ liệu để phục vụ cho việc quản lý dịch vụ và dữ liệu nhằm mục đích cung cấp cho Lớp Ứng dụng.

Lớp Hỗ trợ dịch vụ và dữ liệu bao gồm 3 thành phần: nguồn dữ liệu, tích hợp dữ liệu và tích hợp dịch vụ. Nó cung cấp các dữ liệu và dịch vụ khác nhau cho các ứng dụng để phục vụ việc xây dựng các loại ứng dụng khác nhau.

3.1 Tích hợp dịch vụ

Tích hợp dịch vụ bao gồm các yêu cầu dịch vụ kỹ thuật cơ bản hỗ trợ các ứng dụng đô thị thông minh, nó bao gồm các dịch vụ như thu thập và tổng hợp dịch vụ, quản lý dịch vụ, tích hợp dịch vụ và sử dụng dịch vụ.

3.1.1 Thu thập và tổng hợp dữ liệu

Khả năng thu thập và tổng hợp dịch vụ bao gồm các khía cạnh sau:

a) Cung cấp các chức năng thích ứng và chuyển đổi đối với các giao thức kết nối phổ biến.

b) Cung cấp chức năng chuyển đổi cho nội dung các gói tin, và hỗ trợ việc nhận dạng sự chuyển đổi hình thức gói tin đặc biệt.

c) Cung cấp khả năng điều phối và định tuyến cho các quy trình nghiệp vụ, và hỗ trợ các vòng lặp, các điều kiện, v.v...

d) Cung cấp chức năng giám sát dịch vụ, giám sát trạng thái hoạt động, tỷ lệ truy cập thành công, thống kê truy cập, phân phối thời gian truy cập, và nhật ký truy cập của các dịch vụ nghiệp vụ tổng hợp. Cung cấp báo động tự động đối với các trạng thái bất thường, và cố gắng tự động phục hồi bởi các chương trình đã thiết lập trước; hỗ trợ các phương thức cảnh báo qua SMS, email, hệ thống tin nhắn, v.v...

3.1.2 Quản lý dịch vụ

Khả năng quản lý dịch vụ bao gồm các khía cạnh sau:

a) Cung cấp thư mục dịch vụ, và hỗ trợ người dùng (được phân quyền) xem toàn bộ tất cả các dịch vụ nghiệp vụ liên quan đến đô thị thông minh và những thông tin chi tiết thông qua thư mục dịch vụ, ngoài ra hỗ trợ việc đăng ký tùy theo nhu cầu của người dùng.

b) Cung cấp việc đăng ký dịch vụ, và các người dùng (được phân quyền) có thể đăng ký các dịch vụ phát triển nghiệp vụ của họ vào trong thư mục dịch vụ.

c) Cung cấp cơ chế kiểm tra và công bố dịch vụ, hỗ trợ việc đăng ký các dịch vụ quy trình trong dịch vụ thư mục cho người dùng, và công bố sau khi kiểm tra, cung cấp ra công cộng hoặc các tổ chức cụ thể, các vai trò cụ thể, người dùng cụ thể khả năng truy cập dựa theo các yêu cầu kiểm soát truy cập.

d) Cung cấp chức năng dừng/chạy, và hỗ trợ việc kiểm soát trạng thái khởi động bằng tay cho người quản trị hệ thống hoặc người dùng (được phân quyền) đối với các dịch vụ nghiệp vụ đã mở.

e) Cung cấp chức năng hủy các dịch vụ để đóng các dịch vụ nghiệp vụ đã hết hạn; thuê bao đối với dịch vụ nên nhận được các thông báo về việc hủy dịch vụ, và các dịch vụ nghiệp vụ sẽ không thể truy cập được trong thư mục dịch vụ.

3.1.3 Tích hợp dịch vụ

Khả năng tích hợp dịch vụ bao gồm các khía cạnh sau:

a) Cung cấp chức năng lựa chọn định tuyến dịch vụ, và hỗ trợ kết nối ngang hàng, công bố và thuê bao, định tuyến dựa trên nội dung và các phương thức định tuyến khác.

b) Cung cấp khả năng tái cấu trúc quy trình dịch vụ nghiệp vụ để gộp các dịch vụ hiện tại với dịch vụ mới theo một logic chắc chắn; ngoài ra hỗ trợ các vòng lặp, các điều kiện và các ngữ nghĩa khác.

3.1.4 Sử dụng dịch vụ

Các thiết bị của từng lớp nên phải mở các giao diện phục vụ cho các ứng dụng đô thị thông minh. Các ứng dụng lớp trên của đô thị thông minh có thể sử dụng, kiểm soát, phân tích và quản lý thiết bị của từng lớp thông qua các giao diện nghiệp vụ, và có thể đọc, thay đổi, lưu trữ và xóa dữ liệu khi cần.

Khả năng sử dụng dịch vụ bao gồm các khía cạnh sau:

- a) Cung cấp các giao diện cho việc xác thực và hỗ trợ xác thực ứng dụng.
- b) Cung cấp các giao diện cho việc sử dụng, và hỗ trợ các ứng dụng để kích hoạt, cấu hình, cũng như là ngắt các thiết bị một cách trực tiếp.
- c) Cung cấp các giao diện quản lý, và hỗ trợ các ứng dụng yêu cầu, lập lịch và quản lý thiết bị thông qua các giao diện.
- d) Cung cấp các giao diện truy vấn và hỗ trợ các ứng dụng trong việc phân tích thống kê thông qua các giao diện của thiết bị.

3.2 Tích hợp dữ liệu

Tích hợp dữ liệu là khả năng tích hợp và phân tích dữ liệu từ lớp cảm biến và hệ thống ứng dụng của các khu vực khác nhau. Nó bao gồm 4 khả năng: thu thập và tổng hợp dữ liệu, xử lý và tích hợp dữ liệu, khai thác và phân tích dữ liệu, và quản trị, quản lý dữ liệu.

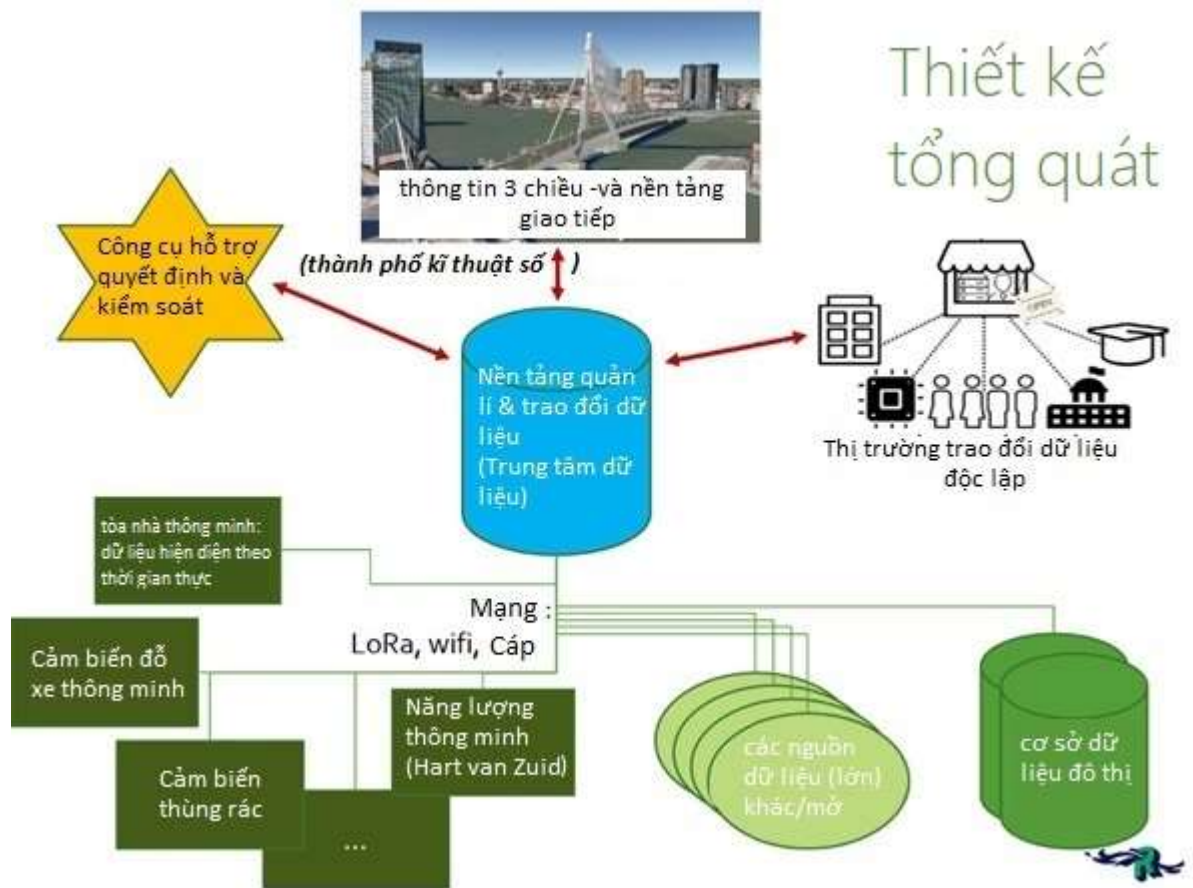
3.2.1 Thu thập và tổng hợp dữ liệu

Khả năng thu thập và tổng hợp dữ liệu bao gồm các khía cạnh sau:

- a) Cung cấp khả năng khám phá, truy cập, truyền dẫn, nhận, nhận dạng và lưu trữ các dạng khác nhau của dữ liệu từ các cảm biến, các ứng dụng công nghiệp và từ Internet, v.v...
- b) Hỗ trợ các định dạng dữ liệu khác nhau như có cấu trúc, bán cấu trúc, phi cấu trúc, v.v...
- c) Cung cấp khả năng xử lý và truyền dẫn dữ liệu theo thời gian thực.
- d) Cung cấp khả năng quản lý và giám sát việc thu thập đối tượng và quy trình.

Mô đun này nói đến việc thu thập dữ liệu từ bên ngoài môi trường qua các thiết bị IoT và việc truyền các dữ liệu này đến một trung tâm hoặc cơ sở lưu trữ dữ liệu. Cấu trúc của các dữ liệu sẽ được hỗ trợ tùy theo cách mà thiết bị IoT thu thập thông tin (ví dụ: hình ảnh, âm thanh, v.v...).

Qua quá trình truyền dẫn và nhận dạng, thông tin sẽ được trình bày theo các cấu trúc khác nhau (bán cấu trúc/phi cấu trúc/có cấu trúc). Cuối cùng, tất cả dữ liệu đều sẽ đi qua khâu xử lý rồi phân tích để người dùng cuối có được cái nhìn tổng quan hay cụ thể nhất về môi trường đô thị thông minh.



Hình 2 - Mô hình mạng lưới cảm biến trong thành phố

3.2.2 Xử lý và tích hợp dữ liệu

Khả năng xử lý và tích hợp dữ liệu bao gồm các khía cạnh sau:

a) Cung cấp việc trích xuất, chuyển đổi và tải dữ liệu có cấu trúc và dữ liệu bán cấu trúc.

b) Cung cấp việc tự động hoặc bán tự động nhận dạng, trích xuất, gắn thẻ và các cách thức kỹ thuật số khác đối với dữ liệu phi cấu trúc.

c) Cung cấp các công cụ hoặc các thành phần xử lý và tích hợp, và các khả năng về quản lý, giám sát, hỗ trợ hoạt động giao diện ngôn ngữ nội bộ.

d) Cung cấp sự hài hòa về mặt ngữ nghĩa của dữ liệu thu được thành một ngôn ngữ chung cho thành phố.

Mô đun này nói đến 3 bước quan trọng trong quá trình chuyển hóa dữ liệu từ hệ thống nguồn về kho dữ liệu.

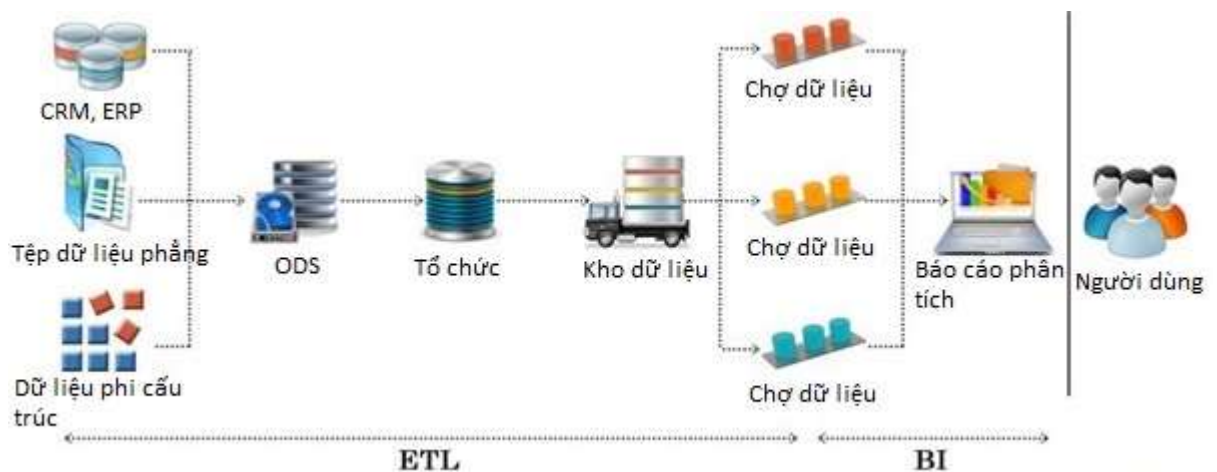
- Extract: Dữ liệu được trích xuất từ cơ sở dữ liệu OLTP (Online transaction processing).

- Transform: Dữ liệu được chuyển đổi để phù hợp với lược đồ kho dữ liệu (schema). Ngoài ra, các lỗi trong dữ liệu cũng được sửa và làm sạch để đảm bảo thích ứng với lược đồ.

- Load: Tải dữ liệu vào kho dữ liệu để người dùng cuối sử dụng.

Ngoài ra, mô đun còn nói thêm đến việc nhận dạng và gán nhãn dữ liệu phi cấu trúc. Mục tiêu của hai quy trình này là để sắp xếp các dữ liệu phi cấu trúc trong hệ thống theo từng chủ đề nhất định, dựa vào các từ khóa có trong nội dung. Tự động hóa việc gán nhãn và nhận dạng cũng đồng nghĩa với việc sử dụng máy học (Machine learning) và huấn luyện cho mạng thần kinh dữ liệu lọc các từ khóa hoặc biến số từ trong cơ sở dữ liệu phi cấu trúc.

Cần lưu ý rằng ngôn ngữ chung của dữ liệu phụ thuộc vào người dùng cuối, vì cách sử dụng dữ liệu tùy thuộc vào bộ phận hành chính (kế toán, R&D, quản lý nhân sự, v.v...). Vì vậy nên lược đồ kho phải phản ánh được các cách sử dụng khác nhau của nhiều người dùng.



Hình 3 - Quá trình ETL

3.2.3 Khai phá và phân tích thông minh

Khả năng khai phá và phân tích thông minh bao gồm các khía cạnh sau:

a) Cung cấp các khả năng khai phá và phân tích dữ liệu một cách đa dạng, bao gồm việc phân tích mô tả, phân tích chuẩn đoán, phân tích dự đoán, phân tích nguyên nhân, v.v...

b) Cung cấp các phương thức, mô hình và công cụ phân tích đa dạng như phân tích thống kê, máy học, phân tích văn bản, phân tích video và hơn nữa.

c) Cung cấp các công cụ trực quan như đồ họa, hình ảnh, bản đồ, hình họa, và các cách thức sinh động hơn để thể hiện mối quan hệ, tính chất hoặc xu hướng của dữ liệu.

Mô đun này nói đến việc dùng và phân tích dữ liệu có trong hệ thống, trong đó có 4 kỹ thuật phân tích chính:

Khai phá thông tin	Tìm ra các xu hướng có ích để người dùng hiểu hơn về hành vi hoặc trạng thái của đối tượng mà dữ liệu nhắm tới. Các kỹ thuật khai phá tùy thuộc vào tính chất của cơ sở dữ liệu và cách thức lưu trữ dữ liệu.
Phân tích mô tả	Mục đích chính của phân tích mô tả là miêu tả và lược ra các số liệu đã có thành một bản dễ hiểu cho người dùng nhờ các dữ liệu trong hệ thống. Những thông tin liên quan gồm: Thời gian thu thập số liệu, đơn vị có bị ảnh hưởng, số lượng đơn vị, v.v... - Kỹ thuật: Chuyển hóa dữ liệu (lớn) trong cơ sở lưu trữ.
Phân tích chẩn đoán	Xác định và đánh giá các nguyên nhân cơ bản của một vấn đề hoặc một tình huống cụ thể. Tập trung vào tìm kiếm gốc rễ của vấn đề để có hướng điều chỉnh thích hợp hơn là đối phó với tầm ảnh hưởng của vấn đề. - Kỹ thuật: Mô hình xương cá, sử dụng Spark để xét dữ liệu.

Phân tích dự đoán	Sử dụng các dữ liệu và xu hướng từ dữ liệu để đoán trước các trạng thái và hành vi đối tượng trong tương lai. - Kỹ thuật: Hồi quy tuyến tính, hồi quy logic.
Phân tích đề xuất	Bước phân tích này tiến xa hơn phân tích mô tả và dự đoán bởi vì mục tiêu chính của nó là đề xuất hoặc thực thi các hành động cụ thể. Các dữ liệu sẽ được phân tích trực tiếp để đầu ra được thực thi bởi các thuật toán thay vì con người. - Kỹ thuật: Máy học (Machine learning), Thuật toán (Algorithm)

Những dữ liệu này được đưa về bởi 2 mô đun phía trên, giúp người dùng chuyển đổi hoặc vận dụng tùy ý muốn để đạt được mục đích phân tích cụ thể.

3.2.4 Quản trị và quản lý dữ liệu

Khả năng quản trị và quản lý dữ liệu bao gồm các khía cạnh sau:

a) Cung cấp các khả năng quản lý siêu dữ liệu, hỗ trợ việc lưu trữ liên tục siêu dữ liệu, hỗ trợ việc khởi tạo và bảo trì mô hình tổ chức siêu dữ liệu, và cung cấp việc cập nhật, tìm kiếm, kiểm soát phiên bản và các chức năng khác cho siêu dữ liệu.

b) Cung cấp các khả năng quản lý chất lượng dữ liệu, hỗ trợ việc định nghĩa các quy tắc chất lượng dữ liệu, và hỗ trợ việc điều tra nội dung dữ liệu, các hoạt động làm sạch và hiệu chuẩn dựa trên các quy tắc chất lượng dữ liệu.

c) Cung cấp việc quản lý vòng đời của dữ liệu và hỗ trợ việc phát triển các chính sách, thủ tục và các hành động quản lý dữ liệu bởi người dùng một cách rõ ràng, quản lý và kiểm soát việc khởi tạo, nhận, phân bổ, sử dụng và hủy bỏ dữ liệu.

d) Cung cấp việc quản lý dữ liệu gốc, nghĩa là việc quản lý các mã nguồn bên trong và bên ngoài và các danh sách kiểm soát.

Mô đun này nói về việc kiểm soát dữ liệu và siêu dữ liệu nhằm đảm bảo các cơ sở lưu trữ luôn chứa các dữ liệu sạch và chuẩn.

- Siêu dữ liệu: Đây là các dữ liệu nói về dữ liệu, bao gồm các thông tin về định nghĩa, quan hệ, cấu trúc. Dữ liệu bắt nguồn từ đâu và thời gian nào, ai làm chủ, v.v...

- Quản lý chất lượng và lưu trữ siêu dữ liệu: Chất lượng của siêu dữ liệu cần phải được quản lý để các thông tin về dữ liệu được chính xác qua nhiều lần sử dụng. Trong đó, việc khởi tạo và bảo trì mô hình tổ chức siêu dữ liệu cũng để bảo đảm tổ chức của dữ liệu và các thuộc tính và quan hệ giữa chúng.

- Quản lý dữ liệu qua chính sách và thủ tục cho phép: Mỗi nhân sự đều đóng vai trò riêng trong việc quản lý chất lượng dữ liệu. Ban lãnh đạo nên có sơ đồ vai trò và cho phép (khởi tạo, phân bổ, sử dụng) để dễ dàng phụ trách sự thay đổi của chất lượng dữ liệu.

- Quản lý vòng đời của dữ liệu (và dữ liệu gốc): Bình thường cơ sở dữ liệu lớn (Big Data) có lưu dữ liệu gốc và dữ liệu tham chiếu. Hai loại dữ liệu này nên được quản lý triệt để nhằm bảo quản sự kiên định và đồng bộ hóa của tất cả dữ liệu trong hệ thống.

3.3 Nguồn dữ liệu

Nguồn dữ liệu bao gồm các nguồn thông tin trong các vùng, khu vực khác nhau, ví dụ như tài nguyên thông tin cơ bản, tài nguyên thông tin ứng dụng, tài nguyên thông tin Internet, v.v... Tài nguyên thông tin được hiểu là bản thân thông tin hoặc nội dung thông tin, nghĩa là dữ liệu đã được xử lý và hỗ trợ cho việc ra quyết định. Tài nguyên thông tin có trong tất cả các lĩnh vực kinh tế và xã hội, và chúng phản ánh các điều kiện và mối quan hệ khác nhau của các vật thể, các vật thể liên kết, v.v...

Nguồn dữ liệu nên có những khả năng sau:

a) Bao gồm nhân khẩu học, pháp luật, không gian địa lý, kinh tế vĩ mô và các nguồn thông tin cơ bản khác.

b) Bao gồm dữ liệu từ các hệ thống thông tin của các cơ quan nhà nước, các tổ chức, các doanh nghiệp và dữ liệu của các cá nhân.

c) Bao gồm các nguồn thông tin khác trên không gian mạng.

4. Lớp Điện toán và lưu trữ

Lớp Điện toán và lưu trữ bao gồm các tài nguyên cho việc tính toán, lưu trữ dữ liệu và phần mềm nền tảng. Nó trang bị cho đô thị thông minh một nền tảng phần cứng và phần mềm để lưu trữ những ứng dụng của các lớp bên trên. Nền tảng này cho phép các tài nguyên đưa ra các yêu cầu ứng dụng, ví dụ: việc quản lý dữ liệu lưu trữ, xử lý dữ liệu thông qua khả năng tính toán, v.v...

Lớp Điện toán và lưu trữ bao gồm tài nguyên phần mềm, tài nguyên điện toán và tài nguyên lưu trữ. Ba thành phần này có thể cung cấp tài nguyên về lưu trữ, tính toán và các tài nguyên phần mềm khác để bảo đảm nhu cầu dữ liệu từ Lớp Hỗ trợ dịch vụ và dữ liệu và Lớp Ứng dụng thông minh.

4.1 Tài nguyên điện toán

4.1.1 Tài nguyên điện toán tập trung

Điện toán tập trung là việc tính toán được thực hiện tại vị trí trung tâm, sử dụng các thiết bị đầu cuối gắn vào một máy tính trung tâm. Tài nguyên điện toán tập trung nên có các khả năng sau:

- a) Hỗ trợ khả năng tính toán cao.
- b) Hỗ trợ thiết kế máy chủ tùy chọn.
- c) Hỗ trợ việc phân bổ tài nguyên điện toán ảo theo nhu cầu.
- d) Hỗ trợ việc quản trị tài nguyên tính toán bởi các nhóm người dùng khác nhau.
- đ) Hỗ trợ việc lưu trữ động và mở rộng đĩa lưu trữ cho các máy ảo đang hoạt động.

4.1.2 Tài nguyên điện toán phân tán

Điện toán phân tán là một mô hình trong đó các thành phần trong một mạng máy tính giao tiếp và phối hợp với nhau bằng cách gửi các thông điệp. Tài nguyên điện toán phân tán nên có những khả năng sau:

- a) Khả năng hỗ trợ lưu trữ phân tán.
- b) Khả năng hỗ trợ sự tương hợp của các tài nguyên tính toán không đồng nhất.
- c) Khả năng hỗ trợ việc chia sẻ dữ liệu và trao đổi các giao thức.
- d) Khả năng hỗ trợ kết nối và quản lý các tài nguyên tính toán không đồng nhất.

4.2 Tài nguyên lưu trữ

4.2.1 Tài nguyên lưu trữ tập trung

Tài nguyên lưu trữ tập trung nên có những khả năng sau:

- a) Hỗ trợ các cách thức lưu trữ phổ biến.
- b) Hỗ trợ ứng dụng và việc lưu trữ dữ liệu có cấu trúc, bán cấu trúc và phi cấu trúc.

c) Hỗ trợ sự hoạt động của dòng lệnh và quản lý giao diện đồ họa. Thiết bị lưu trữ nên hỗ trợ các chức năng giám sát.

d) Hỗ trợ việc quản lý tài nguyên lưu trữ, ví dụ như việc khởi tạo, mở rộng, phân bổ, lập lịch tài nguyên, v.v...

đ) Hỗ trợ việc triển khai hệ thống lưu trữ một cách tự động, bao gồm việc cài đặt và cấu hình phần mềm, cắm và chạy, v.v...

e) Hỗ trợ việc tự động phát hiện và cách ly lỗi mà không phải dừng hệ thống.

g) Hỗ trợ việc thiết lập các quy định kiểm soát truy cập dựa trên địa chỉ IP, người dùng hoặc nhóm người dùng, theo đó chế độ bảo vệ và cách ly hệ thống lưu trữ được khởi tạo.

4.2.2 Tài nguyên lưu trữ phân tán

Tài nguyên lưu trữ phân tán nên có các khả năng sau:

a) Hỗ trợ các dạng cổng và các giao thức khác nhau.

b) Hỗ trợ việc triển khai và cấu hình tự động bằng phần mềm.

c) Hỗ trợ việc cấu hình tài nguyên một cách đơn giản dựa theo các nhóm người dùng hoặc người dùng khác nhau.

d) Hỗ trợ cấu trúc đối xứng.

đ) Hỗ trợ các truy cập đồng thời trong môi trường tài nguyên lưu trữ phân tán, hỗ trợ các chính sách cân bằng tải khác nhau dựa trên chính sách thăm dò nút, kết nối nút, v.v...

e) Lưu trữ phân loại cơ động, di chuyển dữ liệu nhanh, nâng cao hiệu suất hệ thống.

g) Cân bằng tải thông minh, cân bằng tải thiết bị đầu cuối, tự động cân bằng hiệu suất và khả năng, tăng cường nhóm tài nguyên.

h) Hỗ trợ bộ đệm để bảo đảm tính chính xác của việc truy cập dữ liệu.

4.2.3 Tính toàn vẹn và khả dụng của dữ liệu

Tính toàn vẹn và khả dụng của dữ liệu nên có những khả năng sau:

a) Hỗ trợ các hệ thống điều hành chính và phần mềm sao lưu.

b) Hỗ trợ dự phòng hệ thống để tránh mất mát dữ liệu do lỗi bởi một nút.

- c) Triển khai các chính sách bảo vệ dữ liệu dự phòng.
- d) Hỗ trợ sao lưu tập trung, sao lưu tại nhiều nơi và sao lưu trên đám mây.
- đ) Hỗ trợ việc quản lý phục hồi và bảo vệ dữ liệu một cách thống nhất.
- e) Hỗ trợ các chức năng mã hóa dữ liệu để ngăn chặn truy cập trái phép.
- g) Hỗ trợ tự động các hoạt động triển khai các chính sách bảo vệ dữ liệu, bảo đảm khả năng phục hồi dữ liệu trong trường hợp hệ thống bị lỗi.

4.3 Tài nguyên phần mềm

Tài nguyên phần mềm trong đô thị thông minh bao gồm tất cả các phần mềm cơ bản mà có thể hỗ trợ sự hoạt động của một thành phố, chúng bao gồm nhưng không giới hạn bởi các hệ thống điều hành, cơ sở dữ liệu, phần mềm quản lý tài nguyên, v.v...

Tài nguyên phần mềm nên có những khả năng sau:

- a) Phần mềm được cài đặt trên các máy chủ có thể hỗ trợ tài nguyên điện toán vật lý hoặc các máy ảo và hỗ trợ việc triển khai phân tán, theo cụm và cân bằng tải.
- b) Cung cấp các mô đun, các công cụ và môi trường để hỗ trợ việc nghiên cứu và phát triển, kiểm thử, triển khai, hoạt động và giám sát ứng dụng.
- c) Hỗ trợ việc giám sát và hoạt động của đô thị thông minh một cách thống nhất, hỗ trợ các máy chủ, thiết bị lưu trữ, mạng và bảo mật.
- d) Hỗ trợ việc sao lưu dữ liệu.

5. Lớp Mạng kết nối

Lớp Mạng kết nối bao gồm Internet, mạng điện thoại, mạng truyền hình cáp và sự hội tụ của chúng (ví dụ như Internet trên điện thoại di động). Lớp này cung cấp hạ tầng kết nối đến đô thị thông minh với dung lượng lớn, băng thông lớn và độ tin cậy cao cùng với các mạng băng thông rộng không dây đô thị.

Lớp Mạng kết nối kết nối các thiết bị cảm biến với các ứng dụng cuối. Lớp Mạng kết nối có thể được phân thành mạng công cộng và mạng riêng. Mạng công cộng có thể cung cấp dịch vụ đến người dùng công cộng, bao gồm Internet, mạng viễn thông, mạng lưới phát sóng, v.v... Các thiết bị cảm biến và IoT có thể kết nối đến các ứng dụng thông minh thông qua mạng công cộng. Mạng công cộng bao gồm các mạng dây, không dây và mạng backhaul (mạng truyền từ các cột tiếp sóng ra

Internet). Mạng riêng là các mạng có dây hoặc không dây được sắp xếp và triển khai theo từng mục đích cụ thể. Mạng riêng được sử dụng để kết nối các mạng điện toán phân tán hoặc các mạng máy tính ảo, hoặc các mạng riêng ảo được thiết lập dựa trên hạ tầng mạng công cộng.

Lớp Mạng kết nối cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

a) Dễ dàng khi triển khai, hỗ trợ việc cấu hình và kết nối tự động, bảo trì và quản lý theo thời gian thực.

b) Mạnh mẽ và đáng tin cậy. Các công nghệ như dự phòng, cân bằng tải, thiết kế dự phòng nên được cân nhắc để nâng cao sự mạnh mẽ và đáng tin cậy của hệ thống.

c) Việc quản lý thiết bị từ xa nên được hỗ trợ để làm đơn giản hóa quy trình quản lý và hoạt động.

d) Hỗ trợ sự trực quan đối với chất lượng dịch vụ để có thể tìm nhanh vị trí xảy ra lỗi.

đ) Xây dựng mạng kết nối xanh bằng cách kiểm soát nhiệt độ và sử dụng năng lượng tái tạo.

6. Lớp Thu thập dữ liệu

Lớp Thu thập dữ liệu cung cấp khả năng cảm biến thế giới thực và đưa ra các hành động cụ thể. Thành phần chính của Lớp Thu thập dữ liệu trong đô thị thông minh chính là các các giải pháp kỹ thuật IoT (được mô tả tại Mục III. Khung tham chiếu IoT). Lớp này cung cấp các khả năng cơ bản của đô thị thông minh như việc thu thập dữ liệu từ các cảm biến (được mô tả tại Mục IV. Khung tham chiếu mạng cảm biến) và thu thập dữ liệu từ con người.

6.1 Thu thập dữ liệu từ các cảm biến

Khả năng thúc đẩy các thiết bị điện tử như các cảm biến, RFID và camera để xác định và thu thập thông tin từ các hạ tầng, môi trường, các tòa nhà, v.v... và sau đó thực hiện các hành động giám sát và kiểm soát.

Thu thập dữ liệu từ cảm biến bao gồm 2 danh mục về thiết bị: thiết bị cảm biến và thiết bị kích hoạt.

6.1.1 Thiết bị cảm biến

Thiết bị cảm biến được phân loại theo khả năng và chức năng như bảng bên dưới.

STT	Danh mục thiết bị cảm biến
1	Thiết bị nhận dạng định danh
2	Thiết bị cảm biến vị trí địa lý
3	Thiết bị cảm biến hình ảnh
4	Thiết bị cảm biến môi trường
5	Thiết bị cảm biến bảo mật
6	Thiết bị cảm biến cơ sở vật chất

Bảng 1 - Danh mục thiết bị cảm biến

6.1.1.1 Chức năng tổng quát

Các chức năng tổng quát của thiết bị cảm biến bao gồm:

a) Thiết bị cảm biến là thiết bị mà thông qua nó đô thị thông minh có thể thu thập được những dạng khác nhau của thông tin về thành phố.

b) Thiết bị cảm biến của đô thị thông minh bao gồm các thiết bị sau, nhưng không giới hạn: thiết bị nhận dạng định danh, thiết bị cảm biến vị trí địa lý, thiết bị cảm biến hình ảnh, thiết bị cảm biến môi trường, thiết bị cảm biến bảo mật, thiết bị cảm biến cơ sở vật chất và các thiết bị cảm biến khác.

c) Thiết bị cảm biến của đô thị thông minh nên có các chức năng truy cập Internet, để chúng có thể truyền dẫn dữ liệu lên các lớp bên trên.

6.1.1.2 Thiết bị nhận dạng định danh

Thiết bị nhận dạng định danh bao gồm các thẻ nhận dạng định danh, các cảm biến, các thiết bị đọc và ghi, v.v... Thiết bị nhận dạng định danh bao gồm nhưng không giới hạn bởi các khả năng sau:

a) Khả năng cung cấp một mã định danh duy nhất cho hạ tầng, thiết bị và con người trong một thành phố.

b) Khả năng cung cấp quản lý và nhận dạng duy nhất đối với các mã định danh ở trên.

c) Các thẻ và cảm biến nhận dạng định danh nên hỗ trợ các giao thức truyền dẫn mạng không dây.

6.1.1.3 Thiết bị cảm biến vị trí địa lý

Thiết bị cảm biến vị trí địa lý nên có những khả năng sau:

a) Khả năng hỗ trợ mạng vệ tinh, mạng di động, các công nghệ mạng không dây và khả năng xác định vị trí của thiết bị hoặc vị trí địa lý của con người.

b) Khả năng truy vết theo thời gian thực, hoặc không theo thời gian thực vị trí của thiết bị hoặc vị trí địa lý của con người.

6.1.1.4 Thiết bị cảm biến hình ảnh

Thiết bị cảm biến hình ảnh nên có những khả năng sau:

a) Khả năng cảm biến và thu thập thông tin về môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, tốc độ gió, hướng gió, lượng mưa, v.v...

b) Khả năng cảm biến và thu thập thông tin về mức độ ô nhiễm môi trường như PM2.5, độ ồn, khí thải ô nhiễm, v.v...

6.1.1.5 Thiết bị cảm biến bảo mật

Thiết bị cảm biến bảo mật nên có khả năng cảm biến và thu thập thông tin đáng tin cậy liên quan đến vấn đề trật tự, an toàn của thành phố bao gồm: mật độ dân số, an toàn trong xây dựng, mực nước mưa, rò rỉ khí, báo cháy, v.v...

6.1.1.6 Thiết bị cảm biến cơ sở vật chất

Thiết bị cảm biến cơ sở vật chất nên có khả năng sau:

a) Khả năng cảm biến và thu thập thông tin hoạt động hạ tầng như đường ống dẫn nước, đường ống dẫn ga, đường dây cung cấp điện, các thang máy, các máy móc, v.v...

6.2 Thiết bị kích hoạt

Thiết bị kích hoạt là thiết bị cung cấp chức năng quản lý và kiểm soát hạ tầng, môi trường, thiết bị và con người trong đô thị thông minh bằng các ứng dụng đô thị thông minh. Thông qua các thiết bị kích hoạt, đô thị thông minh sẽ có khả năng kiểm

soát một cách tự động hoặc không tự động bởi các ứng dụng theo nhu cầu. Khả năng của các thiết bị kích hoạt bao gồm nhưng không bị ràng buộc bởi các điều sau:

a) Thiết bị kích hoạt môi trường có khả năng kiểm soát một phần hoặc toàn bộ môi trường thông qua các phương thức kiểm soát tự động hoặc không tự động. Ví dụ như: bộ lọc không khí, điều chỉnh nhiệt độ không khí, điều chỉnh độ ẩm, mở cửa sổ, đóng cửa sổ, công tắc đèn, v.v...

b) Thiết bị cảnh báo nên có khả năng gửi thông báo hoặc cảnh báo đến những người quản lý hoặc sử dụng các dịch vụ của đô thị thông minh thông qua tín hiệu đèn hoặc tín hiệu âm thanh. Ví dụ như: đèn giao thông, đèn cảnh báo nguy hiểm, chuông báo, các chức năng bộ đàm khẩn cấp, cảnh báo bằng video, v.v...

c) Các thiết bị kích hoạt khác nên có khả năng về quản lý và kiểm soát các thực thể khác của đô thị thông minh bằng nhiều hoạt động khác nhau.

6.3 Thu thập dữ liệu con người

Thu thập dữ liệu con người thúc đẩy các kỹ thuật cảm biến xã hội để xác định và thu thập thông tin từ người dân để chia sẻ vị trí địa lý, trạng thái tình cảm, giới tính, dữ liệu về sức khỏe của họ và sau đó cung cấp các dịch vụ cá nhân cho họ.

Khi dữ liệu con người được thu thập từ các phương tiện xã hội, các nhà quản lý kỹ thuật của đô thị thông minh phải tôn trọng và tuân thủ theo các luật và chính sách về quyền riêng tư và bản quyền theo từng quốc gia để bảo vệ tính riêng tư về vị trí địa lý, ẩn danh và bút danh.

6.3.1 Thu thập dữ liệu vị trí địa lý của con người

Thu thập vị trí địa lý của con người có khả năng thu thập dữ liệu vị trí địa lý của con người thông qua điện thoại thông minh hoặc các dịch vụ xác nhận về vị trí của người dân và mật độ dân cư theo từng khu vực theo thời gian thực để giải quyết bài toán tắc nghẽn giao thông, mật độ bãi đỗ xe, lịch trình phương tiện công cộng và sơ tán trong trường hợp khẩn cấp.

6.3.2 Thu thập dữ liệu trạng thái tình cảm con người

Thu thập dữ liệu trạng thái tình cảm con người có khả năng thu thập dữ liệu trạng thái tình cảm con người như tích cực, tiêu cực, trung tính hoặc buồn/giận/vui vẻ/hạnh phúc/sợ hãi bằng việc sử dụng các công nghệ phân tích trạng thái tình cảm để phân tích xu hướng về các yêu cầu của người dân đối với các dịch vụ quản trị thông minh hoặc việc ra chính sách đối với các dịch vụ chính phủ điện tử.

6.3.3 Thu thập dữ liệu nhân khẩu

Thu thập dữ liệu nhân khẩu có khả năng thu thập thông tin về nhân khẩu ví dụ như giới tính, độ tuổi, nghề nghiệp từ các sơ yếu lý lịch hoặc dựa trên các công nghệ AI (Artificial Intelligence) được tích hợp trong các cổng thông tin của thành phố hoặc thông qua các phương tiện truyền thông xã hội cho việc khảo sát ý kiến của người dân. Thông tin cư dân cũng được thu thập để phân biệt giữa cư dân địa phương với du khách bên ngoài ví dụ như khách du lịch.

6.3.4 Thu thập dữ liệu sức khỏe con người

Thu thập dữ liệu sức khỏe con người có khả năng thu thập thông tin về sức khỏe con người như nhịp tim, lượng đường trong máu, huyết áp, thời gian ngủ, v.v... sử dụng các cảm biến đeo tay như đồng hồ thông minh và điện thoại thông minh để nâng cao sức khỏe của con người, đặc biệt là chỉ ra các nhu cầu về chữa trị đối với người cao tuổi.

7. Hệ thống Bảo mật

Hệ thống bảo mật chỉ ra những yêu cầu về bảo mật ví dụ như tính bảo mật, tính toàn vẹn và tính khả dụng. Nó cung cấp khả năng xác thực, phân quyền, chống chối bỏ, quản lý định danh và vai trò của người sử dụng, tính toàn vẹn, hậu kiểm, kiểm soát bảo mật, quản lý các chính sách về bảo mật và phục hồi sự cố. Hệ thống này được áp dụng cho việc thiết kế, lập kế hoạch, xây dựng, bảo trì và các khía cạnh khác của các hệ thống ICT trong đô thị thông minh. Nó bao gồm việc bảo vệ quyền và tính riêng tư của từng người dân trong thành phố.

8. Hệ thống Xây dựng

Hệ thống Xây dựng nên tuân thủ các tiêu chuẩn quốc tế và tiêu chuẩn công nghiệp hiện hành về xây dựng và quản lý sao cho phù hợp với việc thiết kế, lập kế hoạch, xây dựng, bảo trì và các khía cạnh khác của đô thị thông minh.

9. Hệ thống Bảo trì và hoạt động

Hệ thống Bảo trì và hoạt động trong đô thị thông minh thực hiện nhiệm vụ xây dựng một kế hoạch tổng thể đối với các dịch vụ bảo trì và hoạt động. Nó cung cấp những nguồn tài nguyên cần thiết để có thể triển khai các dịch vụ về bảo trì và hoạt động, nội dung của việc quản lý và các dịch vụ, bảo đảm chất lượng của dịch vụ đáp ứng các yêu cầu về thỏa thuận mức độ dịch vụ đã đề ra. Ngoài ra nó thực hiện việc giám sát, đo lường, phân tích, đánh giá và nâng cao kết quả hoạt động và kết quả của

dịch vụ bảo trì, quy trình cung cấp dịch vụ. Các tiêu chuẩn hiện hành cho các dịch vụ CNTT về bảo trì và hoạt động, ví dụ như ISO 20000, có thể được sử dụng bởi các đô thị thông minh. Mục này tóm tắt lại các cách tiếp cận đến các dịch vụ bảo trì và hoạt động.

9.1 Lập kế hoạch

Lập kế hoạch bao gồm các khía cạnh sau:

- a) Lên kế hoạch các đối tượng dịch vụ bảo trì và hoạt động và các yêu cầu dựa theo vị trí và khả năng nghiệp vụ, và xây dựng danh mục dịch vụ;
- b) Thiết lập cấu trúc tổ chức và hệ thống quản lý một cách phù hợp dựa theo danh mục dịch vụ;
- c) Triển khai nhóm bảo trì và hoạt động, các quy trình, các mục tiêu, nhân lực, nguồn tài nguyên, công nghệ, và thiết lập các cách thức đánh giá và hệ thống hỗ trợ dịch vụ;
- d) Lập kế hoạch để quản lý, rà soát và nâng cao chất lượng dịch vụ, và thiết lập các cơ chế đánh giá cũng như việc rà soát nội bộ.

9.2 Triển khai

Quá trình triển khai bao gồm các khía cạnh sau:

- a) Phát triển và thực hiện theo một kế hoạch triển khai tổng thể;
- b) Thiết lập các cơ chế giao tiếp và phối hợp với các bên có nhu cầu;
- c) Xây dựng những bộ tài liệu thích hợp để bảo đảm khả năng truy vết đối với việc triển khai. Bảo đảm kết quả của tài liệu có thể được đánh giá và đo lường.
- d) Xây dựng trung tâm bảo trì và hoạt động chịu trách nhiệm cho việc triển khai các hệ thống giám sát, chỉ huy hoạt động, bảo trì, quản lý thiết bị, phản hồi dịch vụ và các chức năng khác;
- đ) Khả năng giám sát trạng thái hoạt động của phần cứng, các hệ thống kiểm soát, các ứng dụng từ Lớp Thu thập dữ liệu, Lớp Mạng kết nối, Lớp Điện toán và lưu trữ, Lớp Hỗ trợ dịch vụ và dữ liệu, Lớp Ứng dụng thông minh, và để đáp ứng kịp thời gian.

9.3 Kiểm tra

Đo lường, phân tích và rà soát kế hoạch và việc triển khai. Kiểm tra bao gồm các khía cạnh sau:

- a) Rà soát kế hoạch và việc triển khai theo định kỳ nhằm bảo đảm sự phù hợp và hiệu quả;
- b) Điều tra sự hài lòng của khách hàng, và phân tích thống kê các kết quả của kế hoạch và quá trình triển khai;
- c) Việc đánh giá dựa trên các chỉ số ICT trong đô thị thông minh.

9.4 Cải thiện

Liên tục cải thiện các dịch vụ và việc bảo trì lần sự hoạt động. Việc cải thiện bao gồm các khía cạnh sau:

- a) Thiết lập một cơ chế cải thiện;
- b) Phân tích kế hoạch, việc triển khai và kiểm tra, thực hiện quá trình vòng lặp đối với việc lên kế hoạch – triển khai – kiểm tra – cải thiện.

10. Hệ thống Định danh

Hệ thống Định danh cung cấp các dịch vụ về định danh cho tất cả các lớp trong Khung tham chiếu. Các dịch vụ định danh cung cấp các định danh duy nhất cho con người, địa điểm, các sự kiện, v.v... theo yêu cầu của từng lớp trong khung tham chiếu. Tại mức độ thấp nhất của khung tham chiếu, việc định danh được thực hiện bởi các hệ thống định vị. Định danh của con người có thể chỉ đơn thuần là những số định danh duy nhất, ví dụ như số căn cước công dân, hoặc có thể phức tạp hơn nữa thì sử dụng công nghệ nhận dạng sinh trắc học để xác định danh tính của một con người. Yêu cầu đối với Hệ thống Định danh về việc cung cấp định danh duy nhất cũng được thực hiện đối với các sự kiện, địa điểm và cả các tài liệu.

11. Hệ thống Định vị

Các hệ thống trong đô thị thông minh có thể sử dụng rất nhiều các loại hệ thống định vị. Hệ thống định vị bảo đảm rằng tất cả các hệ thống khác có chung một ý tưởng về vị trí không gian của các vật thể. Có rất nhiều các hệ thống định vị sẽ hoạt động phía bên ngoài kiến trúc của thành phố, và cung cấp dịch vụ định vị cho các thành phần khác nhau của thành phố như các cảm biến, các ứng dụng, các phương tiện xe cộ, v.v... Để bảo đảm tính bền vững trong toàn thành phố, thì một điều quan

trọng đối với tất cả các hệ thống định vị là phải tuân theo hệ thống tham chiếu không gian, được mô tả trong tài liệu ISO 19111. Đôi khi các khung tham chiếu này có thể ở cấp quốc gia hoặc quốc tế, ví dụ WGS84 (được sử dụng bởi GPS) và PZ-90 (được sử dụng bởi GLONASS), cả hai tài liệu đều được công nhận bởi Khung tham chiếu quốc tế. Yêu cầu về mức độ chính xác về định vị phụ thuộc vào việc sử dụng thông tin về định vị. Mức độ chính xác phụ thuộc cả vào thiết bị (hệ thống) được sử dụng và hệ thống tham chiếu không gian và công hệ hỗ trợ.

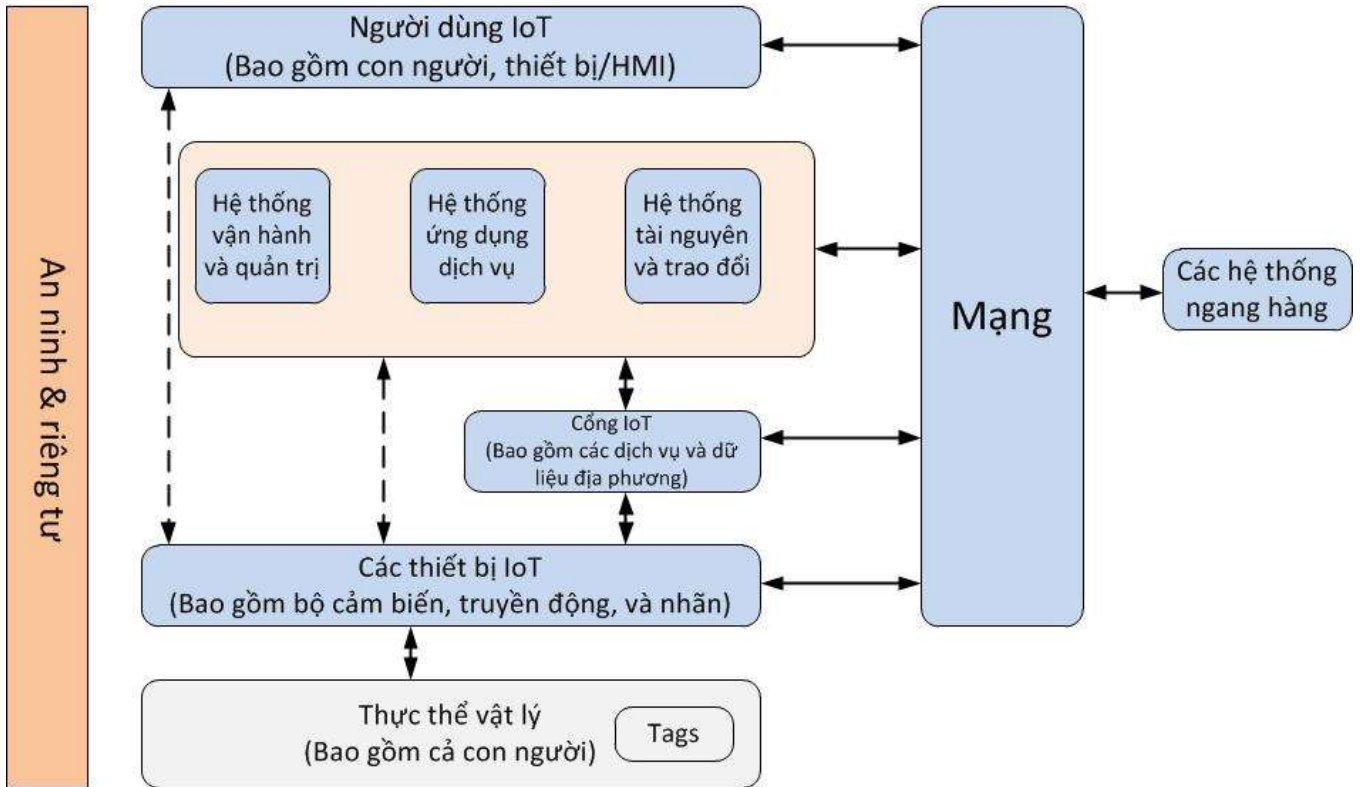
12. Trung tâm xử lý điều hành thông tin tập trung, đa nhiệm

Trung tâm xử lý điều hành thông tin tập trung, đa nhiệm là trái tim trong các hoạt động của đô thị thông minh; cung cấp cái nhìn tổng thể theo thời gian thực đối với các tài sản, dịch vụ đô thị thông minh, mang đến hiệu quả và cơ hội phát triển kinh tế - xã hội thông qua tổng hợp, phân tích dữ liệu, đồng thời thúc đẩy khả năng đáp ứng nhanh đối với các vấn đề có tính chất liên ngành của đô thị.

III. KHUNG THAM CHIẾU INTERNET VẠN VẬT (IOT)

1. Mô hình tham chiếu dựa trên thực thể

Mô hình tham chiếu (RM) dựa trên thực thể của các hệ thống IoT được biểu diễn trong Hình 4. Hình này minh họa sự tương tác giữa các thực thể chính bằng việc sử dụng các đường mũi tên.



Hình 4 - Mô hình tham chiếu IoT dựa trên thực thể

Quá trình mô tả của RM dựa trên thực thể IoT được bắt đầu từ các thực thể phía dưới cùng của lược đồ:

a) Các thực thể vật lý là những vật có thật trên thực tế và là phần thiết yếu của một hệ thống IoT.

b) Các loại thẻ khác nhau được gắn cho các thực thể vật lý để hỗ trợ việc theo dõi và nhận dạng những thực thể này.

c) Các thiết bị IoT kết nối các thực thể vật lý với hệ thống IoT. Các thiết bị IoT bao gồm:

- Cảm biến, dùng để theo dõi hoặc quét các thực thể vật lý nhằm lấy ra các thông tin về chúng.

- Thiết bị kích hoạt, dùng để tác động hoặc thay đổi một số thuộc tính của các thực thể vật lý dựa trên các thông tin số.

d) Các thiết bị IoT kết nối với nhau qua mạng. Thông thường, các thiết bị IoT kết nối với nhau bằng một mạng liên kết chuyên dụng có phạm vi tương đối ngắn do hạn chế về nguồn năng lượng cũng như việc xử lý thông tin. Tuy nhiên, một số thiết bị có thể giao tiếp ở quy mô mạng Internet bằng cách sử dụng một vài loại mạng truy cập nào đó.

e) Cổng IoT thường được sử dụng trong các hệ thống IoT. Chúng tạo thành đường kết nối giữa (các) mạng liên kết cục bộ với mạng truy cập diện rộng. Cổng IoT có thể chứa các thực thể khác và cung cấp rất nhiều tính năng khác nhau. Cổng IoT thường bao gồm một bộ phận quản lý, cho phép cung cấp chức năng quản lý từ xa. Cổng IoT có thể chứa một kho dữ liệu thiết bị, lưu trữ dữ liệu từ các thiết bị IoT gắn liền với nó – nhờ đó có thể hỗ trợ các chức năng xử lý cục bộ (trong điện toán sương mù) hoặc trở thành phương tiện để làm việc với các mạng kết nối không liên tục. Một hoặc nhiều dịch vụ phân tích có thể được hỗ trợ với cổng IoT, điển hình là vận hành dựa trên luồng dữ liệu truyền từ các thiết bị IoT hoặc từ kho dữ liệu của thiết bị. Cổng IoT cũng có thể chứa các ứng dụng – có thể là các ứng dụng điều khiển, trong trường hợp này đòi hỏi phải có tốc độ xử lý cục bộ cao để điều khiển thiết bị truyền động dựa trên thông tin đầu vào thu được từ các cảm biến.

f) Trong hầu hết các hệ thống IoT đều tồn tại nhiều loại ứng dụng và dịch vụ khác nhau, cùng với các kho dữ liệu cho từng loại. Thông thường sẽ có một kho dữ liệu thiết bị, nơi chứa dữ liệu thu được từ các thiết bị IoT. Hệ thống cũng có thể có một kho dữ liệu phân tích để chứa các kết quả từ các dịch vụ phân tích dữ liệu thiết bị cũng như dữ liệu từ các nguồn khác. Hệ thống thường có nhiều loại dịch vụ phân tích khác nhau để xử lý dữ liệu thiết bị và các dữ liệu khác để thu thập thông tin chi tiết bên trong hệ thống. Tất cả các quy trình bên trong các hệ thống IoT thường được kiểm soát bởi đơn vị quản lý quy trình. Những ứng dụng của các hệ thống IoT sẽ là các thước đo phản ánh năng lực của chính các hệ thống đó. Các ứng dụng và dịch vụ giao tiếp với các cổng IoT và các thiết bị IoT thông qua mạng truy cập, trong khi đó chúng giao tiếp với nhau bằng mạng dịch vụ.

g) Các ứng dụng, dịch vụ và kho dữ liệu khác được dành cho việc vận hành và quản lý hệ thống IoT. Chúng bao gồm cả kho lưu trữ dữ liệu đăng ký thiết bị cùng với dịch vụ nhận diện thiết bị đi liền với nó, dịch vụ này cung cấp tính năng tra cứu dành cho các ứng dụng và dịch vụ. Hệ thống cũng có một ứng dụng quản lý thiết bị

cho phép cung cấp năng lực giám sát và quản lý dành cho các thiết bị IoT trong hệ thống. Ngoài ra còn có một hệ thống hỗ trợ vận hành chuyên để cung cấp nhiều tính năng khác nhau liên quan đến việc giám sát và quản lý tổng thể hệ thống IoT, bao gồm cả việc cung cấp các chức năng quản trị cho người dùng.

h) Việc truy cập đến các tính năng của hệ thống IoT đối với người dùng được thực hiện bởi các thực thể chuyên về truy cập và trao đổi. Các thực thể này cung cấp các giao diện có kiểm soát dành cho các tính năng dịch vụ, cho các chức năng quản trị và cho các chức năng nghiệp vụ. Việc những chức năng nào được cung cấp phụ thuộc vào khả năng kiểm soát truy cập, thường thay đổi tùy thuộc vào người dùng, và đều yêu cầu xác thực và ủy quyền trước khi các chức năng đó được sử dụng.

i) Người dùng trong hệ thống IoT có thể bao gồm cả người dùng thật lẫn người dùng số. Người dùng thật thường tương tác với hệ thống IoT bằng một số loại thiết bị nào đó. Thiết bị mà người dùng thật sử dụng có thể dưới nhiều hình thức như điện thoại thông minh, máy tính cá nhân, máy tính bảng hoặc các thiết bị chuyên dụng hơn. Trong mọi trường hợp đều cần đến một giao diện ứng dụng nào đó dành cho người dùng, thông qua đó các tính năng được cung cấp bởi ứng dụng nền, và ứng dụng này tương tác với phần còn lại của hệ thống IoT.

j) Các hệ thống số cũng có thể sử dụng các hệ thống IoT – cung cấp các ứng dụng tự động trong hệ thống. Cả thiết bị người dùng lẫn người dùng số đều giao tiếp với phần còn lại của hệ thống IoT thông qua mạng, có thể là Internet hoặc có thể là các loại mạng chuyên dụng khác. Trong một số hệ thống IoT, các thiết bị người dùng có thể tương tác trực tiếp với các thiết bị IoT hoặc cổng IoT. Một trong những ví dụ phổ biến của các hệ thống như vậy là điện thoại thông minh hoặc thiết bị gắn trên con người. Những thiết bị đơn lẻ này đều chứa cả thiết bị IoT lẫn thiết bị người dùng bên trong nó.

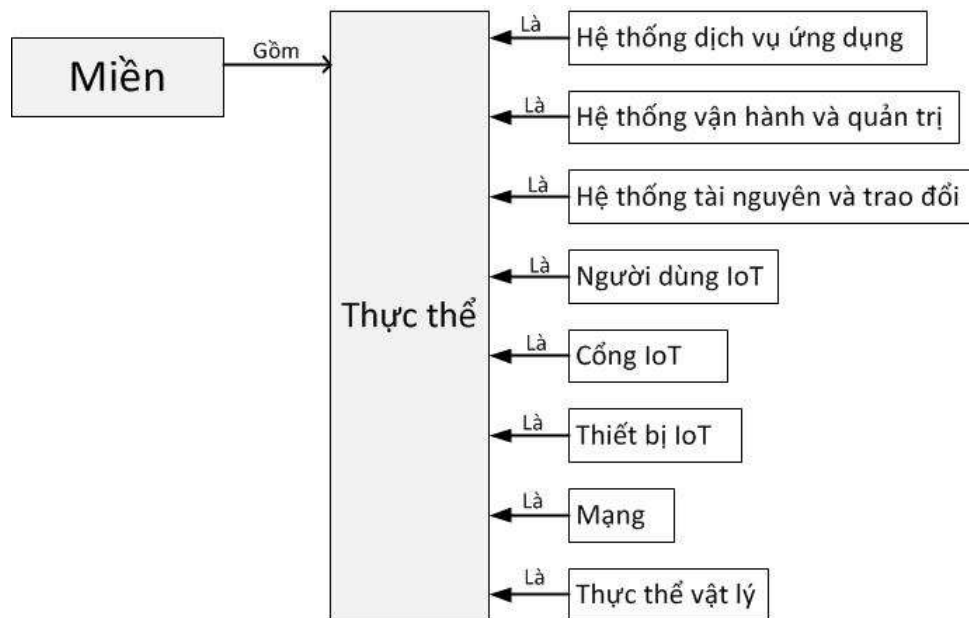
k) Các hệ thống ngang hàng, có thể là các hệ thống IoT khác hoặc có thể không phải các hệ IoT, có thể là những người dùng của hệ thống IoT và/hoặc có thể cung cấp các dịch vụ cho hệ thống IoT.

Các hệ thống ngang hàng tương tác với hệ thống IoT thông qua mạng người dùng - thường là Internet.

Các tính năng bảo mật và riêng tư đều được áp dụng trong toàn bộ hệ thống IoT. Chúng có thể bao gồm xác thực, ủy quyền, các chứng chỉ, mã hóa, quản lý khóa,

đăng nhập và kiểm toán, bảo vệ dữ liệu chẳng hạn như ẩn danh hoặc sử dụng bút danh.

Dựa trên một nghiên cứu về quá trình chia nhỏ các hệ thống IoT khác nhau tương ứng với các kịch bản ứng dụng khác nhau, Hình 5 biểu diễn các thực thể IoT phổ biến nhất mà có thể tìm thấy trong các hệ thống IoT. Ngoài ra, hình này còn cung cấp mối quan hệ ở cấp rất cao giữa các miền và thực thể.

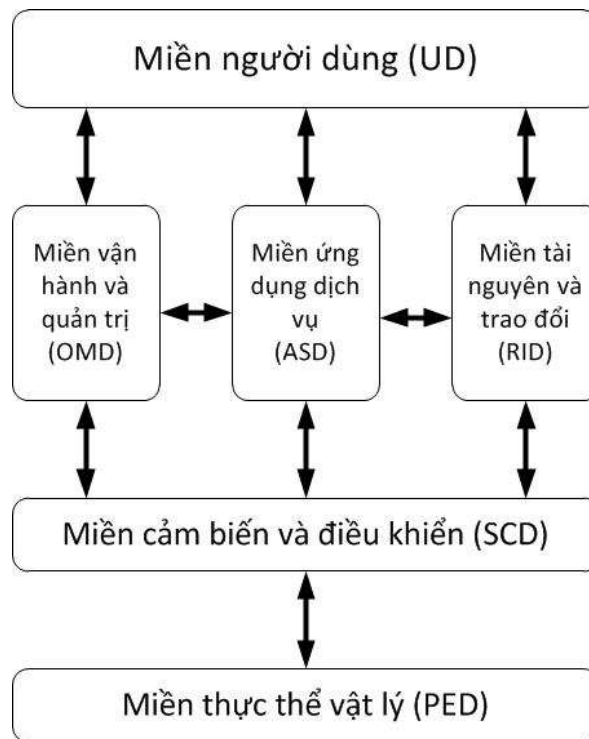


Hình 5 - Mối quan hệ giữa miền và thực thể, cùng các thực thể khái niệm đặc trưng trong các hệ thống IoT

2. Mô hình tham chiếu dựa trên miền

2.1 Giới thiệu

Hình 6 biểu diễn về miền của mô hình tham chiếu IoT. Mô hình tham chiếu dựa trên các miền thực thể bao gồm miền người dùng (UD), miền vận hành và quản lý (OMD), miền dịch vụ ứng dụng (ASD), miền tài nguyên và trao đổi (RID), miền cảm ứng và điều khiển (SCD), và miền thực thể vật lý (PED). Mỗi miền nói trên đều độc lập với các miền khác.



Hình 6 - Mô hình tham chiếu dựa trên miền của IoT

Môi trường của hệ thống IoT chủ yếu được hình thành bởi PED, nhưng trong một số trường hợp nhất định, môi trường đó cũng bao gồm một phần của các thực thể SCD. Phần cứng (chẳng hạn như thực thể vật lý) và phần mềm (ví dụ như các thực thể ảo) mà không xuất hiện trong các miền như PED và SCD thì sẽ hỗ trợ các chức năng và năng lực của các miền mà chúng nằm trong đó, và chúng không tương tác (chẳng hạn như cảm biến và kích hoạt) với môi trường nào mà hệ thống IoT phục vụ và giám sát.

Các mô hình tham chiếu dựa trên miền thực thể của IoT hỗ trợ việc lập kế hoạch và tổ chức việc xây dựng cũng như mở rộng hệ thống nhiều loại mạng kết nối với nhau. Các mạng kết nối có chức năng cung cấp kết nối truyền thông, bao gồm cả các liên kết dữ liệu. Đây có thể là các liên kết điểm – điểm bên trong hoặc giữa các hệ thống IoT, cả trong lẫn ngoài miền, cũng như với các hệ thống và tổ chức khác. Các mạng kết nối cần phải duy trì khả năng tương tác từ mạng này sang mạng khác. Nhiệm vụ chính của mạng là cung cấp các đường dẫn cho kết nối và trao đổi dữ liệu. Do đó, mục tiêu then chốt của mạng là hỗ trợ và cung cấp các hoạt động và tương tác trong kết nối và trao đổi dữ liệu. Các loại hoạt động và tương tác giữa hai thực thể, giữa hai miền, hoặc giữa hai hệ thống IoT sẽ lần lượt nói lên mối quan hệ giữa các thực thể, các miền, và các hệ thống IoT đó. Mặc dù các mạng kết nối bên trong

các miền không được mô tả một cách cụ thể trong phần trình bày về sáu miền ở trên nhưng các mạng này đóng một vai trò rất quan trọng trong hệ thống IoT. Tùy thuộc vào cơ sở hạ tầng của các hệ thống IoT mà các mạng kết nối bên trong các miền có thể là mạng cục bộ, Internet, Intranet, mạng đường trục của doanh nghiệp, hay mạng diện rộng, v.v... Các mạng doanh nghiệp – doanh nghiệp (B2B) cũng có thể coi là mạng kết nối nội bộ miền.

2.1.1 Miền người dùng (UD)

Người dùng là các nhà đầu tư và các tác nhân vận hành trong UD. Người dùng có thể là một cá nhân riêng lẻ, hoặc một nhóm người chẳng hạn như hộ gia đình, một xã hội, một tổ chức, hay một đơn vị trong chính quyền.

2.1.2 Miền thực thể vật lý (PED)

PED bao gồm các thực thể vật lý và thực thể ảo bên trong hệ thống IoT. Do đó, PED là môi trường hoạt động chính mà dựa vào đó một hệ thống IoT có thể thực hiện các nhiệm vụ hoặc chức năng như giám sát, cảm biến và điều khiển. Con người có thể là một trong những thực thể thuộc PED, tuy nhiên, vì con người cũng có thể là tác nhân tạo ra PED cho nên nó cũng có thể không phải là một thực thể trong PED.

2.1.3 Miền cảm ứng và kiểm soát (SCD)

SCD đóng vai trò quan trọng trong một hệ thống IoT vì nó cung cấp các thông tin thiết yếu về môi trường hoạt động (tức là PED) cho tất cả các miền khác của hệ thống IoT đó. Ngoài ra, SCD có thể quyết định trạng thái của các thực thể vật lý trong môi trường của hệ thống IoT bằng các chức năng điều khiển.

2.1.4 Miền vận hành và quản lý (OMD)

Các nhà vận hành và quản lý hệ thống là các tác nhân của của OMD. Các nhà vận hành và quản lý duy trì trạng thái tổng thể của các hệ thống IoT. OMD chịu trách nhiệm thực hiện các chức năng như cung cấp, quản lý, giám sát, và tối ưu hoá hiệu suất hoạt động của hệ thống trong thời gian thực.

2.1.5 Miền tài nguyên và trao đổi (RID)

Các tổ chức tham gia vào một hệ thống IoT đều có liên quan đến RID. Các tổ chức này thuộc rất nhiều loại, bao gồm từ một quán cà phê đến các công ty tiện ích hoặc các tổ chức Chính phủ.

RID tương tác với các thực thể, ứng dụng, dịch vụ và hệ thống bên ngoài bằng việc trao đổi tài nguyên. Tài nguyên có thể dưới dạng vật chất, tiền tệ, hoặc kỹ thuật số tùy thuộc vào các giao dịch thực hiện thông qua RID.

Trong lĩnh vực tài nguyên kỹ thuật số thì RM dựa trên miền sở hữu một lớp dữ liệu cơ sở bao trùm toàn bộ sáu miền kia bởi vì dữ liệu này được tạo ra và được sử dụng một cách phân tán bởi tất cả các miền trong RM. Để thực hiện các vai trò của mình, RID cần truy cập vào các tài nguyên số bằng cách sử dụng quyền của các miền khác (UD, OMD, ASD và SCD). Do đó, có thể nói rằng RID chứa một miền cơ sở dữ liệu thông tin bút danh nhờ vào vai trò đặc biệt này của nó. Thông thường, quá trình xử lý dữ liệu thực tế, chẳng hạn như dữ liệu "phân tích", được thực hiện trong ASD và dữ liệu sau khi xử lý được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu của nhà cung cấp dịch vụ. Trong RID, nếu cần thiết, có thể diễn ra quá trình xử lý dữ liệu bổ sung để phù hợp với các tổ chức bên ngoài. Các quá trình xử lý bổ sung này có thể bao gồm việc đảm bảo chất lượng dữ liệu, chuyển đổi dữ liệu, phân phối và lưu trữ.

2.1.6 Miền dịch vụ ứng dụng (ASD)

Các nhà cung cấp dịch vụ ứng dụng là những nhân vật chính của ASD. Các nhà cung cấp dịch vụ ứng dụng cung cấp các dịch vụ cho người dùng IoT bên trong UD.

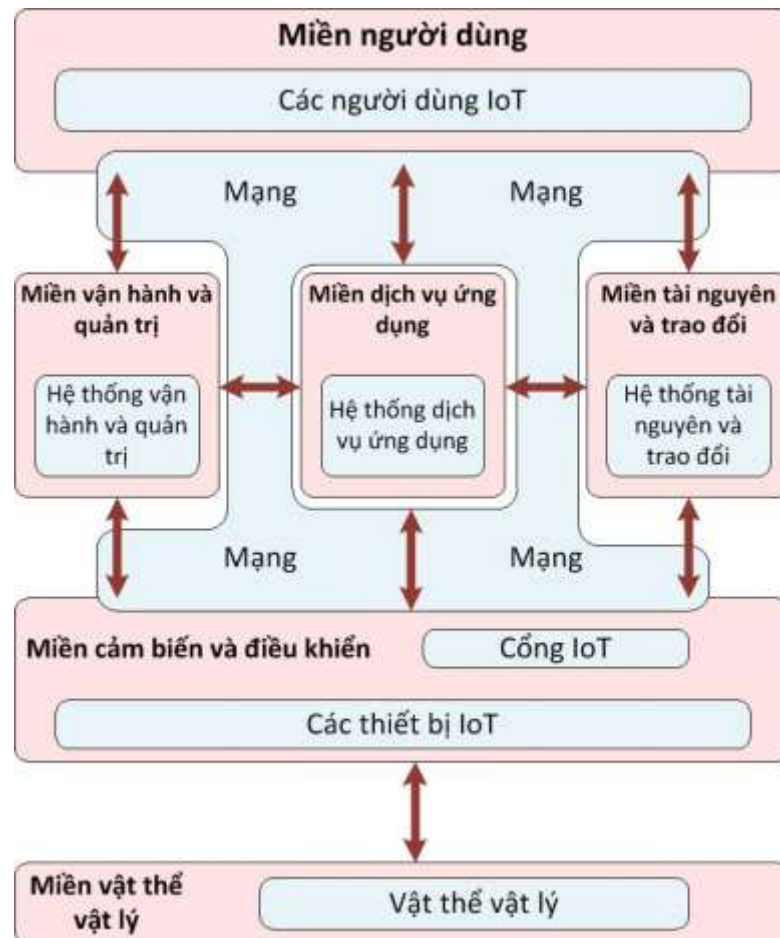
ASD bao gồm tất cả các loại nhà cung cấp dịch vụ liên quan đến hệ thống IoT. Do vậy, các nhà cung cấp dịch vụ tương tác không chỉ với người dùng bên trong UD để đáp ứng các yêu cầu của họ mà còn với các thực thể trong SCD (tức là các thiết bị cảm biến và thiết bị truyền động) để thu thập dữ liệu từ các thực thể trong PED. Ngoài ra, ASD cũng tương tác với OMD nếu một nhân tố của OMD trở thành khách hàng của một nhà cung cấp dịch vụ bên trong ASD. Các nhà cung cấp dịch vụ trong ASD có xu hướng tương tác với các tổ chức bên ngoài, chẳng hạn như các hệ thống và nền tảng IoT khác, các tổ chức hành pháp, các công ty tiện ích, các tổ chức tài chính, và các tổ chức chính phủ thông qua RID.

Các nhà cung cấp dịch vụ ứng dụng tạo thành một miền nghiệp vụ trong ASD; các chức năng của miền nghiệp vụ này cho phép vận hành các dịch vụ từ điểm cuối đến điểm cuối của các hệ thống IoT.

3. Mối quan hệ giữa RM dựa trên thực thể và RM dựa trên miền

Từ các thông tin của RM dựa trên thực thể trong Hình 4 và RM dựa trên miền trong Hình 6, một mối quan hệ ánh xạ giữa hai RM được thể hiện ở Hình 7, trong đó hai RM này đều nhất quán với nhau.

Như biểu diễn trong Hình 7, mối quan hệ giữa các thực thể với các miền của chúng là như sau: Người dùng IoT thuộc về miền người dùng. Các hệ thống dịch vụ ứng dụng, các hệ thống vận hành và quản lý cùng các hệ thống tài nguyên và trao đổi đều lần lượt hoạt động trong miền dịch vụ ứng dụng, miền vận hành và quản lý, miền tài nguyên và trao đổi. Các thiết bị IoT và cổng IoT là các thực thể trong miền cảm biến và điều khiển. Thực thể vật lý tồn tại trong miền thực thể vật lý.



Hình 7 – Mối quan hệ giữa RM dựa trên thực thể và RM dựa trên miền

4. Các góc nhìn về khung tham chiếu IoT

4.1 Mô tả chung

Khung tham chiếu IoT được mô tả bằng 5 góc nhìn bao gồm:

- Góc nhìn chức năng.
- Góc nhìn hệ thống.
- Góc nhìn giao tiếp kết nối.
- Góc nhìn thông tin.

- Góc nhìn sử dụng.

Khung tham chiếu IoT trở thành một kiến trúc hệ thống chuyên về ứng dụng hoặc dịch vụ, hoặc một kiến trúc hệ thống mục tiêu khi mà khung tham chiếu được thiết kế riêng cho một bộ yêu cầu cụ thể nào đó. Dẫn chứng về các hệ thống cụ thể bao gồm: hệ thống nông nghiệp, hệ thống môi trường, hệ thống điện lưới thông minh, nhà thông minh, đô thị thông minh, v.v...

4.2 Góc nhìn chức năng của Khung tham chiếu IoT

Góc nhìn chức năng là một góc nhìn không có tính công nghệ của các chức năng cần thiết để tạo thành một hệ thống IoT. Góc nhìn này mô tả sự phân bố và sự phụ thuộc giữa các chức năng nhằm hỗ trợ các hoạt động được mô tả dưới góc nhìn của người dùng, và biểu diễn các khái niệm sau:

- a. Các chức năng nội miền
- b. Các chức năng liên miền

Mỗi thành phần chức năng được xác định bởi một hoặc nhiều quá trình thực hiện của các thành phần hệ thống thực tế, những thành phần mà có thể được triển khai để tạo thành một hệ thống hoạt động và làm việc được. Hình 8 biểu diễn quá trình chia nhỏ của các thành phần chức năng của Khung tham chiếu IoT. Trong hình này, hai phần chính là: các chức năng nội miền và các chức năng liên miền. Những thành phần chức năng không cần thiết đối với một số ứng dụng cụ thể thì có thể sẽ không tồn tại trong hệ thống IoT tương ứng.

4.2.1 Các chức năng nội miền

Các chức năng nội miền được biểu diễn ở phía trái, còn các chức năng liên miền được biểu diễn ở phía phải của hình sau:



Hình 8 - Góc nhìn chức năng của Khung tham chiếu IoT – phân chia các thành phần chức năng của Khung tham chiếu IoT

4.2.1.1 Miền cảm ứng và điều khiển (SCD)

SCD bao gồm rất nhiều thành phần chức năng cơ bản mà sự phức tạp trong việc triển khai của chúng phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng của các hệ thống IoT.

a) Cảm biến là chức năng đọc dữ liệu từ các thiết bị cảm biến. Việc triển khai của chức năng này bao gồm phần cứng, phần sụn, chương trình điều khiển thiết bị và các phần tử phần mềm. Cảm biến đề quy đòi hỏi phải được điều khiển và kích hoạt, và do đó nó có các yêu cầu khắt khe hơn so với phần còn lại của hệ thống điều khiển.

b) Truyền động là thành phần chức năng có nhiệm vụ nhập dữ liệu cùng các tín hiệu điều khiển vào một thiết bị truyền động để thực hiện các quá trình vận hành. Việc triển khai của chức năng này có thể liên quan đến các thành phần như phần cứng, phần mềm, chương trình điều khiển thiết bị và các phần tử phần mềm.

c) Thực hiện là chức năng vận hành các mệnh đề logic nhằm kiểm soát các trạng thái, các điều kiện, và hành vi của hệ thống cùng với các môi trường của nó để phù hợp với các mục tiêu điều khiển.

d) Nhận dạng là một chức năng quan trọng trong một hệ thống nhằm cho phép các thực thể có thể được nhận dạng và theo dõi, nhờ đó hệ thống có thể phân biệt một thực thể này với những thực thể khác.

e) Các cơ chế truy cập mạng là các chức năng cho phép kết nối giữa các cảm biến, bộ truyền động, bộ điều khiển, cổng, và các hệ thống trung gian khác. Mạng có nhiều hình thức khác nhau, chẳng hạn như mạng đường trực (kết nối từ cục bộ đến cấu trúc nền của hệ thống, hoặc đến các điểm xa), hoặc kiến trúc kiểu mạng (dạng phân cấp, dạng trung tâm hình sao, dạng lưới, dạng điểm – điểm), một số được thiết lập cấu hình tĩnh, một số khác có cấu hình động. Trong chức năng này cần tính đến các đặc tính chất lượng của dịch vụ (QoS) như độ trễ, băng thông, độ lệch, độ tin cậy và khả năng thích nghi.

f) Các chức năng mô hình hoá cục bộ hỗ trợ việc nhận biết về các trạng thái, điều kiện và hành vi của các hệ thống được điều khiển cũng như của các hệ thống ngang hàng bằng cách truyền đạt và tương quan dữ liệu thu thập được từ các cảm biến và các hệ thống ngang hàng.

g) Các chức năng quản lý tài sản cho phép thực hiện quản lý vận hành trong các hệ thống kiểm soát bao gồm cấu hình hệ thống, chính sách, hệ thống, cập nhật phần mềm/phần sụn và các hoạt động quản lý khác xuyên suốt vòng đời của hệ thống. Lưu ý rằng người vận hành hệ thống phải tuân thủ nghiêm ngặt để đảm bảo rằng các chính sách (như an toàn và an ninh) luôn thuộc trách nhiệm và quyền hạn của các thực thể kết nối.

Một nhà đầu tư có thể là chủ sở hữu hoặc là chủ sở hữu của SCD, tuy nhiên, người này không thể đóng vai trò như một thực thể trong SCD. SCD có thể có một nền tảng xử lý dữ liệu cùng rất nhiều loại đối tượng ảo hỗ trợ các thực thể trong SCD. Do đó, đóng vai trò chính trong SCD có thể là các thực thể vật lý (chẳng hạn như bộ cảm biến, điều khiển, bộ truyền động, máy tính, v.v ...) hoặc các thực thể ảo (ví dụ: phần mềm).

4.2.1.2 Miền dịch vụ ứng dụng (ASD)

ASD biểu diễn một tập hợp các chức năng thực hiện các phép logic ứng dụng nhằm nhận diện các chức năng nghiệp vụ cụ thể nào đó cho các nhà cung cấp dịch

vụ trong ASD. Miền dịch vụ ứng dụng bao gồm các thành phần như logic và các quy tắc, các thành phần chức năng, API, và thành phần chức năng công.

4.2.1.3 Miền vận hành và quản lý (OMD)

OMD đại diện cho tập hợp các chức năng đảm trách các nhiệm vụ quản lý xuyên suốt vòng đời hệ thống, hỗ trợ nghiệp vụ, quản lý an ninh và an toàn, và kiểm soát quy định. Các chức năng quản lý cho phép các trung tâm quản lý đưa ra tập hợp các câu lệnh quản lý cho các hệ thống điều khiển hoặc các thiết bị tương ứng. Chức năng quản lý vòng đời cung cấp một số loại thành phần chức năng phục vụ vận hành của hệ thống IoT như: cung cấp, triển khai, giám sát, bảo trì, dự báo, chuẩn đoán, tối ưu hoá, tính cước, v.v...

a) Các chức năng cung cấp và triển khai là tập hợp các chức năng cần thiết để thiết lập cấu hình, lên danh mục, đăng ký, và theo dõi tài sản, cũng như để triển khai và giải phóng tài sản khỏi các quá trình vận hành. Các chức năng này phải có khả năng cung cấp và đưa tài sản đến trực tuyến từ xa, an toàn và ở quy mô lớn.

b) Chức năng theo dõi và chuẩn đoán cho phép phát hiện và xác định các trục trặc trên hệ thống.

c) Thành phần chức năng dự báo bao gồm một tập hợp các chức năng làm việc như một công cụ phân tích dự đoán của hệ thống IoT. Mục tiêu chính của chức năng này là để xác định các vấn đề tiềm ẩn trước khi chúng xảy ra và cung cấp các khuyến nghị giải pháp nhằm giảm thiểu sự lây lan của chúng.

d) Thành phần chức năng tối ưu hóa bao gồm một tập các chức năng nhằm nâng cao độ tin cậy và hiệu suất tài sản, giảm tiêu thụ năng lượng, và tăng tính khả dụng cùng với năng suất làm việc tương ứng với cách sử dụng tài sản.

4.2.1.4 Miền tài nguyên và trao đổi (RID)

Những thành phần chức năng chính bao gồm quản lý tài nguyên, phân tích, trao đổi tài nguyên, kiểm soát truy cập, v.v ... Các tài nguyên IoT mà có thể được chia sẻ trong một hệ thống IoT hoặc với các hệ thống IoT khác bao gồm tri thức, kiến thức, thông tin, dữ liệu, v.v... Miền tài nguyên và trao đổi của IoT thực hiện việc trao đổi các tài nguyên IoT cho toàn bộ hệ thống IoT với các hệ thống khác. Hơn nữa, các thành phần liên quan trong RID cần phải cung cấp, và được cung cấp, dữ liệu về hệ thống IoT, phân tích dữ liệu nguồn cũng như nhận các phân tích, và lưu trữ dữ liệu dưới dạng đám mây.

4.2.1.5 Miền người dùng (UD)

Chức năng chính của UD là cung cấp việc truy cập vào các dịch vụ IoT cùng các thông tin về cách sử dụng chúng. Ở đây, các thành phần chức năng là những người dùng và các HMI (Human management interfaces) mà cung cấp giao diện cho người dùng có thể truy cập, đăng ký và nhận các dịch vụ được cung cấp bởi miền dịch vụ ứng dụng.

4.2.1.6 Miền thực thể vật lý (PED)

PED gồm có các thực thể vật lý được cảm biến hoặc được điều khiển. Những thực thể này là đối tượng của các chức năng trong các miền khác.

4.2.2 Các chức năng liên miền

Hình 8 biểu diễn các chức năng liên miền, những chức năng này tồn tại trong tất cả 6 lĩnh vực đã được mô tả trong RM dựa trên miền của IoT. Các chức năng này bao gồm bảo mật, an toàn, khả năng phục hồi, tin cậy và riêng tư, kết nối, khả năng tương tác, sự kết hợp động, và tương tác tự động, v.v... Mỗi chức năng có thể bao gồm các thành phần chức năng thuộc các miền khác nhau và được mở rộng trong quá trình chia nhỏ miền chức năng như minh họa dưới đây.

a) Chức năng bảo mật được thực hiện thông qua việc bảo vệ sự riêng tư của dữ liệu trong quá trình cảm biến và truyền tải, trong API và cổng thông tin, trong việc giám sát, trao đổi tài nguyên thông tin và trong HMI, v.v...

b) Chức năng bảo mật liên quan đến khả năng của hệ thống IoT trong việc đảm bảo tính bí mật, tính toàn vẹn, tính xác thực và xác nhận của thông tin trao đổi. Khung tham chiếu IoT tích hợp các chính sách bảo mật cho các thành phần IoT như là một phần quan trọng trong thiết kế hệ thống. Ví dụ, quản lý tài sản trong SCD cho phép quản lý các quá trình vận hành như cấu hình hệ thống, chính sách, cập nhật phần mềm và phần sụn, cùng các hoạt động quản lý xuyên suốt vòng đời khác. Trong RID, kiểm soát truy cập và quản lý tài nguyên liên quan đến các hoạt động như bảo mật dữ liệu, kiểm soát truy cập dữ liệu và quản lý quyền của dữ liệu.

c) Chức năng an toàn và khả năng phục hồi là ưu điểm của hệ thống về khả năng chịu lỗi, và có liên quan chặt chẽ đến năng lực tự động tính toán của việc tự phục hồi, tự cấu hình, tự tổ chức và tự bảo vệ, ví dụ như thành phần IoT có thể tận dụng mạng lưới phân cấp để thực hiện quá trình tự tối ưu.

d) Chức năng tin cậy và riêng tư là sự phân biệt các mức độ tin cậy khác nhau cho một bên tham gia (ví dụ: ứng dụng, hệ thống, mạng, v.v ...) trong quá trình truyền

hoặc trao đổi dữ liệu nhằm bảo vệ tính bí mật của dữ liệu. Thông thường, cần phải xác nhận tính hợp lệ trước khi sự tin tưởng được thiết lập và sự tin tưởng có thể được tăng cường bằng các hoạt động có uy tín. Bảo mật có thể đạt được chủ yếu thông qua việc xác thực. Để ngăn chặn rò rỉ dữ liệu bí mật, ta có thể bổ sung các quy tắc truy cập dữ liệu nhằm đáp ứng các yêu cầu cần thiết cho các quá trình đặt hàng, loại bỏ, và mã hóa dữ liệu.

e) Chức năng kết nối cung cấp khả năng hội nhập không đồng nhất cho các thành phần IoT, những thành phần này có thể thuộc các mạng khác nhau hoặc sử dụng các công nghệ khác nhau, nhằm đạt được sự kết nối liền mạch của mỗi thực thể.

f) Chức năng tương tác tạo ra khả năng trao đổi thông tin cho một hệ thống IoT dựa trên một cách diễn đạt chung của thông tin. Về cơ bản, có hai mức độ tương tác dữ liệu được quan tâm. Thứ nhất, khả năng tương tác về cú pháp là nhằm trao đổi thông tin trong một định dạng dữ liệu chung với một giao thức chung trong việc xây dựng cấu trúc dữ liệu. Thứ hai, khả năng tương tác về ngữ nghĩa nhằm giải nghĩa của các ký hiệu trong các thông điệp một cách chính xác.

g) Chức năng tương tác tự động và liên kết động cung cấp một phương pháp linh hoạt để hình thành các dịch vụ trong đó các thành phần IoT có thể được tích hợp một cách linh hoạt theo thời gian thực nhằm cho phép các dịch vụ có tính thích nghi cao. Cần phải có chức năng tương tác về ngữ nghĩa để hỗ trợ thành phần động trong hệ thống.

h) Quyền riêng tư được thực hiện chủ yếu thông qua việc bảo mật. Để ngăn chặn rò rỉ dữ liệu và đáp ứng các yêu cầu về quyền riêng tư thì các quy tắc về truy cập dữ liệu có thể được sử dụng trong quá trình đặt hàng, xóa bỏ, mã hóa dữ liệu, v.v...

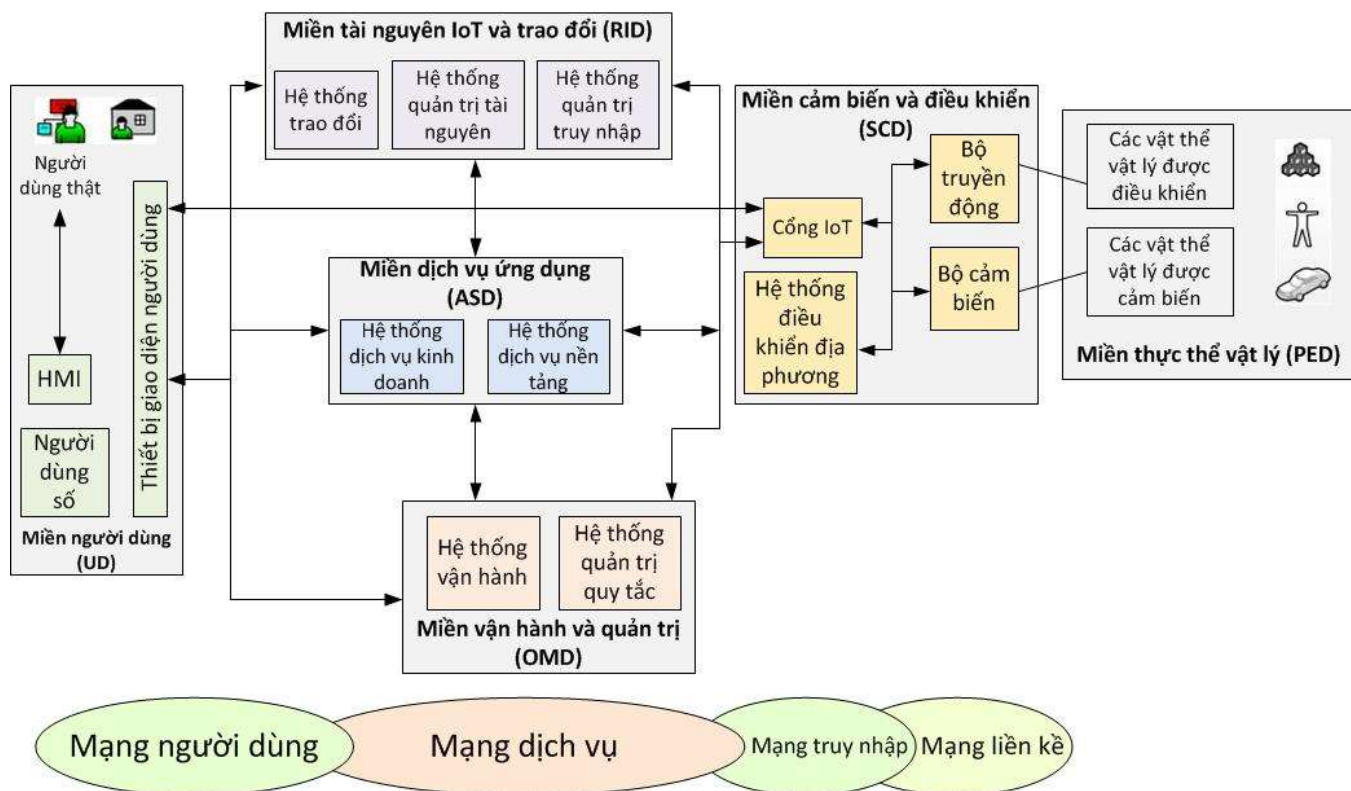
4.3 Góc nhìn hệ thống của Khung tham chiếu IoT

Góc nhìn hệ thống mô tả các thành phần tổng quát bao gồm các thiết bị, các hệ thống con, và các mạng mà chúng tạo thành một hệ thống IoT. Trong khi góc nhìn chức năng mô tả một hệ thống IoT thông qua các thành phần chức năng của nó, thì góc nhìn hệ thống mô tả hệ thống đó thông qua các thành phần vật lý của nó. Góc nhìn hệ thống mô tả các khía cạnh sau:

a) Các thành phần vật lý chính (ví dụ: các hệ thống con, thiết bị, mạng) của một hệ thống IoT.

b) Kiến trúc tổng thể của một hệ thống IoT, bao gồm cấu trúc của một hệ thống IoT, sự phân bổ các thành phần, và cấu trúc không gian của sự liên kết giữa các thành phần.

c) Bản mô tả kỹ thuật các thành phần của hệ thống, bao gồm các hành vi cùng các thuộc tính khác.



Hình 9 - Góc nhìn hệ thống của khung tham chiếu IoT

Trong hình 9, góc nhìn hệ thống của khung tham chiếu IoT được biểu diễn cùng với tất cả các thực thể liên quan đến mỗi miền cùng các kết nối giữa chúng. Các thực thể trong mỗi miền mang tính chất rất tổng quát và tùy chọn, tùy thuộc vào các ứng dụng cụ thể. Có bốn loại mạng khác nhau để kết nối các thành phần vật lý trong sáu miền của một hệ thống IoT: mạng gần, mạng truy cập, mạng dịch vụ, và mạng người dùng.

4.3.1 Các hệ thống/hệ thống con trong miền thực thể vật lý (PED)

PED không chứa các thiết bị hoặc hệ thống con. Thay vào đó, nó chủ yếu bao gồm các vật thể vật lý được cảm nhận và các vật thể vật lý được điều khiển, những vật thể này liên quan đến các ứng dụng IoT và được người dùng quan tâm. Một đối tượng vật lý được cảm nhận là một thực thể vật chất mà thông tin từ đó được thu thập

bởi các cảm biến, trong khi đối tượng vật lý được điều khiển là một thực thể vật lý chịu sự vận hành của bộ truyền động.

4.3.2 Các hệ thống/hệ thống con trong miền cảm biến và điều khiển (SCD)

Trong SCD, các thực thể nội bộ chủ yếu bao gồm các thiết bị cảm biến, thiết bị truyền động, cổng IoT và các điểm cuối. Các thiết bị cảm biến và truyền động hoạt động trên các thực thể vật lý, trong khi cổng IoT kết nối SCD với các kênh kết nối.

Các bộ cảm biến thu nhận thông tin từ vật thể được cảm nhận, ví dụ như các thuộc tính vật lý, hóa học, sinh học, v.v... Các bộ truyền động thực hiện các thao tác trên các đối tượng vật lý được điều khiển thông qua việc điều khiển các đơn vị chức năng. Cả thiết bị cảm biến và thiết bị truyền động đều có thể hoạt động trên các vật thể vật lý một cách độc lập hoặc cộng tác.

Cổng IoT là thiết bị dùng để kết nối SCD với các miền khác. Cổng IoT cung cấp các chức năng như chuyển đổi giao thức, lập bản đồ địa chỉ, xử lý dữ liệu, tổng hợp thông tin, cấp chứng nhận, và quản lý thiết bị. Cổng IoT có thể là thiết bị độc lập, hoặc có thể được tích hợp với các thiết bị cảm biến và điều khiển khác.

SCD cũng có thể bao gồm một số hệ thống điều khiển nội bộ, chẳng hạn như quản lý tài sản, vận hành, v.v..., tùy thuộc vào độ phức tạp của cơ sở hạ tầng hệ thống IoT.

4.3.3 Các hệ thống/hệ thống con trong miền dịch vụ ứng dụng (ASD)

Trong ASD tồn tại cả hệ thống dịch vụ cơ bản và hệ thống dịch vụ nghiệp vụ.

Hệ thống dịch vụ cơ bản cung cấp các dịch vụ dữ liệu mang tính nền tảng, bao gồm truy cập dữ liệu, xử lý dữ liệu, tổng hợp dữ liệu, lưu trữ dữ liệu, phân giải thông tin nhận dạng, dịch vụ thông tin địa lý, quản lý người dùng, và quản lý dữ liệu, v.v...

Hệ thống dịch vụ nghiệp vụ có nhiệm vụ nhận diện các loại hình chức năng nghiệp vụ dựa trên Internet theo phương thức truyền thống hay phương thức mới. Các chức năng nghiệp vụ bao gồm quản lý tài nguyên doanh nghiệp (ERP), quản lý quan hệ khách hàng (CRM), quản lý tài sản, quản lý vòng đời dịch vụ, in hóa đơn, xử lý thanh toán, các hoạt động về nguồn nhân lực, lập kế hoạch công việc, và lập kế hoạch hệ thống.

4.3.4 Các hệ thống/hệ thống con trong miền vận hành và quản lý (OMD)

OMD bao gồm các hệ thống vận hành và các hệ thống quản lý quy tắc. Các hệ thống vận hành có nhiệm vụ quản lý các thiết bị IoT và điều khiển sự hoạt động của hệ thống IoT, cho phép các thiết bị và hệ thống vận hành một cách an toàn và đáng tin cậy. Các hệ thống quản lý quy tắc có chức năng đảm bảo rằng hệ thống IoT tuân thủ các luật và quy định có liên quan. Chúng cung cấp quá trình giám sát, kiểm soát và thực hiện các luật và quy định tương ứng.

4.3.5 Các hệ thống/hệ thống con trong miền người dùng (UD)

Trong UD, người dùng có thể là người dùng thật hoặc người dùng số. Cả hai loại người dùng này đều tương tác với các miền khác thông qua thiết bị giao diện người dùng, đối với người dùng thật thì cần cài thêm HMI. Các thiết bị trong UD đều là HMI và thiết bị giao diện người dùng.

4.3.6 Các hệ thống/hệ thống con trong miền tài nguyên và trao đổi IoT (RID)

Trong RID, có ba hệ thống con chính:

a) Hệ thống quản lý tài nguyên: Hệ thống này lưu trữ và xử lý tài nguyên. Các tài nguyên có thể được chia thành hai loại. Loại thứ nhất là dành cho các ứng dụng bên trong hệ thống, loại thứ hai là để chia sẻ với, hoặc được lấy từ, các hệ thống bên ngoài.

b) Hệ thống trao đổi: Hệ thống này thực hiện việc trao đổi các tài nguyên.

c) Hệ thống quản lý truy cập: Hệ thống này kiểm soát việc truy cập vào các tài nguyên được lưu trữ trong RID cũng như bất kỳ tài nguyên nào khác trong hệ thống IoT. RID đóng vai trò cầu nối giữa hệ thống IoT với thế giới bên ngoài.

Thủ tục làm việc của các hệ thống bên trong RID được mô tả như sau.

Trường hợp 1:

Khi các hệ thống bên ngoài cần khai thác tài nguyên từ một hệ thống IoT, bao gồm dữ liệu, giao dịch tài chính, v.v..., thì trước tiên chúng cần gửi yêu cầu đến các hệ thống trao đổi nằm trong RID. Sau đó, hệ thống trao đổi gửi yêu cầu tới hệ thống quản lý truy cập, nơi sẽ quyết định chấp nhận yêu cầu này hay không. Nếu yêu cầu được chấp nhận, hệ thống quản lý truy cập ủy quyền cho ASD, SCD hoặc các miền khác cung cấp các tài nguyên liên quan, các tài nguyên này được gửi ngược về cho hệ thống quản lý tài nguyên để chuyển đổi định dạng dữ liệu, tổng hợp dữ liệu v.v...

Cuối cùng, hệ thống quản lý dữ liệu truyền những tài nguyên đã được yêu cầu tới hệ thống trao đổi. Hệ thống trao đổi khi đó hoạt động như một điểm giao tiếp giữa hệ thống IoT với các hệ thống bên ngoài. Nếu không được chấp nhận, hệ thống quản lý truy cập trực tiếp gửi phản hồi "Không" tới hệ thống trao đổi, và hệ thống này sẽ trả lời "Không" với yêu cầu từ các hệ thống bên ngoài.

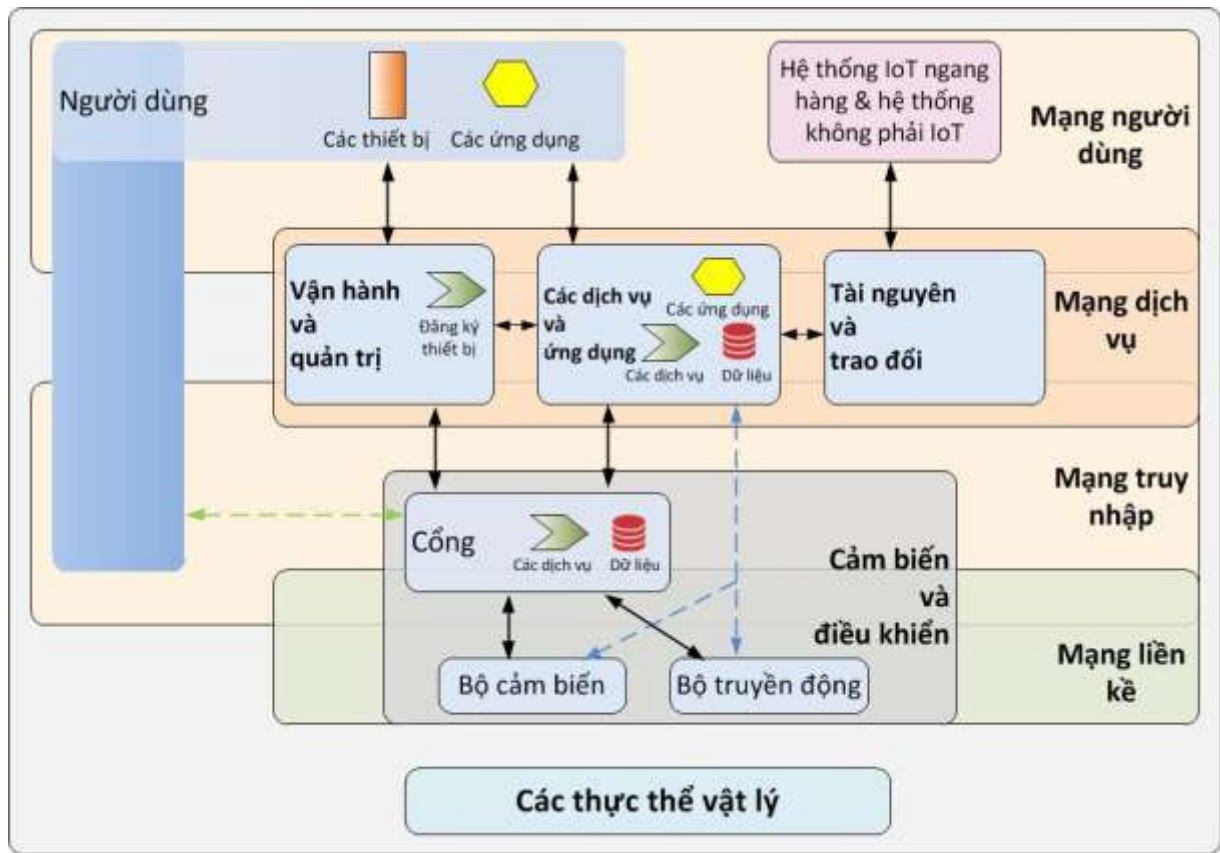
Trường hợp 2:

Khi hệ thống IoT cần sử dụng một số tài nguyên từ các hệ thống bên ngoài, trước hết nó gửi một yêu cầu đến hệ thống quản lý truy cập trong RID để được cấp quyền truy cập. Sau đó, quá trình truy cập được cấp quyền và AMS gửi yêu cầu trao đổi tài nguyên tới hệ thống trao đổi trong RID, tại đây yêu cầu được chuyển tiếp tới các hệ thống bên ngoài. Nếu hệ thống trao đổi nhận được phản hồi tích cực, nó cung cấp các tài nguyên có liên quan và lưu trữ chúng trong hệ thống quản lý dữ liệu nằm trong RID. Sau đó, hệ thống quản lý dữ liệu sẽ chuyển tiếp các tài nguyên tới nơi khởi nguồn yêu cầu về tài nguyên trong nội bộ hệ thống IoT, chẳng hạn như ASD hoặc SCD. Nếu Hệ thống trao đổi nhận được phản hồi tiêu cực, nó sẽ gửi thông báo này tới nơi khởi tạo yêu cầu.

4.4 Góc nhìn kết nối của khung tham chiếu IoT

4.4.1 Các mạng kết nối

Góc nhìn kết nối của khung tham chiếu IoT mô tả về các mạng kết nối cơ bản liên quan đến các hệ thống IoT cùng các thực thể mà chúng kết nối. Bốn mạng kết nối cơ bản được biểu diễn trong Hình 10.



Hình 10 - Góc nhìn kết nối của Khung tham chiếu IoT

4.4.1.1 Mạng liên kết

Mạng này tồn tại bên trong miền cảm biến và điều khiển. Nhiệm vụ chính của nó là kết nối các bộ cảm biến và truyền động với cổng thông tin. Các mạng liên kết thường là các mạng nội bộ và có giới hạn hẹp về phạm vi bao phủ, chúng trở nên cần thiết bởi vì các cảm biến và thiết bị truyền động thường có giới hạn nhỏ về nguồn năng lượng, hoặc nằm tại các vị trí mà các kết nối của mạng diện rộng (chẳng hạn như mạng Internet) khó có thể với tới.

Các mạng liên kết có thể sử dụng các giao thức đặc biệt và có thể không được sử dụng IP.

Các mạng liên kết thường sử dụng các công nghệ hữu tuyến và vô tuyến công suất thấp và vùng phủ sóng có giới hạn. Các ví dụ hiện nay về các mạng này bao gồm IPv6 truyền trên mạng vô tuyến cá nhân năng lượng thấp (6LoWPAN), ZigBee, IoT băng hẹp.

Các cảm biến và truyền động riêng lẻ có thể bị giới hạn về nguồn năng lượng cũng như năng lực phần cứng, điều đó có nghĩa là các mạng đơn giản, có tính nội bộ

và năng lượng thấp trở nên cần thiết để kết nối chúng với các công thông tin. Quá trình kết nối này giúp hệ thống trở nên mạnh mẽ hơn bằng cách cho phép kết nối với các mạng truy cập.

Các mạng liền kề có thể cần đến việc sử dụng tính năng chuyển đổi địa chỉ để thực hiện chuyển đổi giữa các lược đồ địa chỉ nội bộ của chúng với các lược đồ địa chỉ của các mạng truy cập.

4.4.1.2 Mạng truy cập

Các mạng truy cập thường là các mạng diện rộng kết nối các thiết bị bên trong SCD với các miền khác – ASD và OMD. Mạng truy cập thường kết nối với các cổng, nhưng khi các thiết bị cảm biến và truyền động có khả năng tốt hơn thì mạng truy cập có thể kết nối trực tiếp với chúng (các đường nét đứt trong Hình 10). Rất nhiều công nghệ có thể được sử dụng trong các mạng truy cập bao gồm các kết nối có dây (băng rộng/ADSL/Fiber) và các kết nối không dây bao gồm mạng LAN không dây (Wi-Fi), mạng di động (GSM) và các kết nối vệ tinh (đặc biệt cho các khu vực ở xa). Mạng truy cập thường sử dụng IP. Các mạng truy cập có thể sử dụng đến một thiết bị đăng ký để lưu dữ liệu về các thiết bị IoT đi kèm với hệ thống IoT và cách giao tiếp với chúng.

4.4.1.3 Mạng dịch vụ

Mạng này kết nối các phần tử trong nội bộ và giữa các miền ASD, RID, và OMD. Mạng này có thể bao gồm cả các phần tử Internet lẫn các phần tử Intranet. Thông thường thì các mạng Intranet được sử dụng trong trường hợp các phần tử của các miền khác nhau tồn tại bên trong một trung tâm dữ liệu duy nhất. Các mạng dịch vụ thường sử dụng IP.

Mạng dịch vụ kết nối các ứng dụng và các dịch vụ trong các miền ASD, RID và OMD, thường thì chúng là các mạng có dây nằm trong các trung tâm dữ liệu, sử dụng các giao thức dựa trên IP. Trong trường hợp liên kết truyền thông trải rộng trên nhiều trung tâm dữ liệu thì nhiều công nghệ mạng khác nhau có thể được sử dụng, bao gồm cả các kết nối chuyên dụng và các kết nối Internet.

4.4.1.4 Mạng người dùng

Mạng này kết nối miền người dùng với các miền ASD và OMD. Nó cũng kết nối các hệ thống IoT ngang hàng cùng các hệ thống không phải IoT với RID. Mạng này thường dựa trên các phần tử Internet công cộng và sử dụng IP.

Mạng người dùng kết nối với các thiết bị người dùng, với các hệ thống IoT ngang hàng, và với các hệ thống không phải IoT khác, có thể dựa trên Internet. Các mạng này có thể sử dụng bất kỳ công nghệ nào thường được sử dụng trong truyền tải Internet, bao gồm cả hệ thống có dây và không dây.

4.4.2 Triển khai các mạng kết nối

Mỗi mạng kết nối cơ bản có thể được triển khai bằng rất nhiều công nghệ mạng khác nhau, những công nghệ này được lựa chọn tùy thuộc vào các đặc điểm và yêu cầu cụ thể của hệ thống IoT. Quá trình triển khai hệ thống IoT có thể sử dụng nhiều dạng khác nhau của loại mạng này để tạo ra các giải pháp hoàn chỉnh.

Trong Hình 10, miền người dùng được biểu diễn bao gồm cả mạng người dùng và mạng truy cập. Điều này mô tả những trường hợp khi thiết bị người dùng cùng các ứng dụng của chúng kết nối trực tiếp với SCD, chẳng hạn như khi thiết bị người dùng là một điện thoại thông minh có chứa các bộ phận cảm biến.

4.5 Góc nhìn thông tin của Khung tham chiếu IoT

4.5.1 Mô tả chung

Thông tin được tạo ra bằng cách sử dụng, theo dõi, điều khiển và phân tích các thực thể được kết nối.

Một số thông tin có dạng tĩnh, ví dụ: định danh của một thực thể, trong khi các thông tin khác có thể thay đổi, ví dụ: vị trí của một thực thể. Một số thông tin tĩnh cũng là chìa khóa để kết nối các thông tin biến đổi của một thực thể. Một số thông tin cũng có thể là tĩnh dưới dạng thông tin nhưng mang tính chất biến đổi trong cách thức sử dụng của nó.

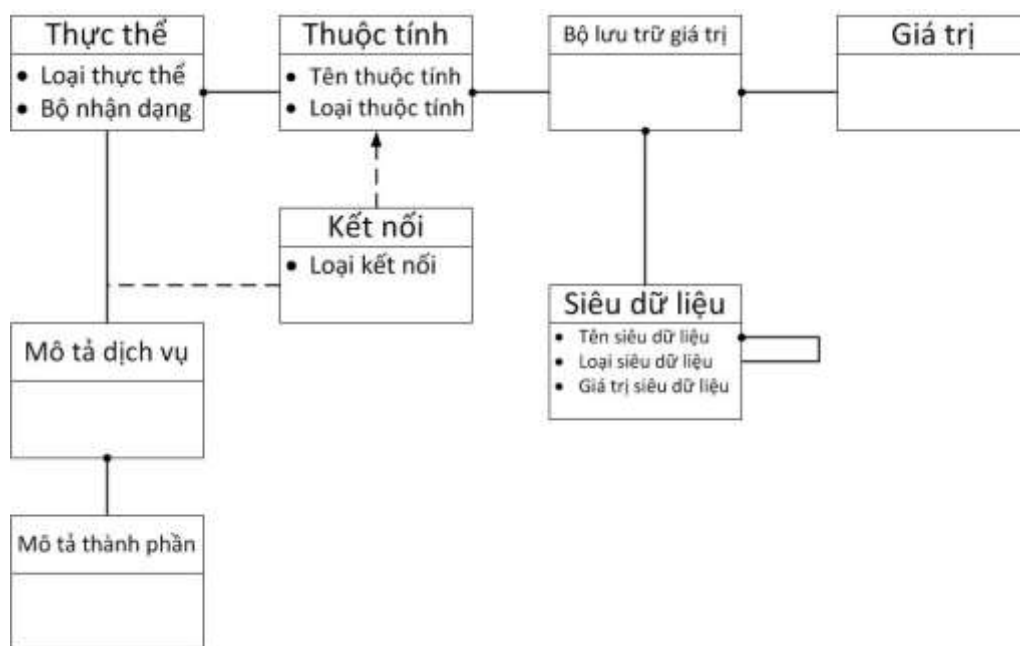
Cả thông tin thô lẫn thông tin đã được xử lý đều được khai thác bởi các ứng dụng (dịch vụ), nhà vận hành, nhà quản lý, quản trị viên, khách hàng, người dùng,... nhằm thực hiện một tác vụ định trước trong một hoạt động nào đó thuộc một hệ thống IoT. Thông tin có thể nằm trong nội bộ một "miền" hoặc được trao đổi giữa các "miền". Hình 11 minh họa một số ví dụ về dữ liệu được lưu trữ trong các miền tương ứng.



Hình 11 - Các loại thông tin liên quan đến các miền

Góc nhìn thông tin về khung tham chiếu IoT xác định nên cấu trúc (ví dụ: các quan hệ, thuộc tính, dịch vụ) của thông tin cho các thực thể ở mức khái niệm. Dữ liệu được định nghĩa là chỉ mang các giá trị thuần túy mà không liên quan đến các vấn đề về các mối liên quan hoặc việc sử dụng chúng. Thông tin dùng để bổ sung ngữ cảnh đúng cho dữ liệu và cung cấp câu trả lời cho những câu hỏi điển hình như tại sao, ai, cái gì, ở đâu và khi nào.

Việc mô tả chi tiết về sự thể hiện của thông tin (ví dụ như nhị phân, XML, v.v...) không phải là nhiệm vụ của góc nhìn thông tin IoT.



Hình 12 - Các loại thông tin liên quan đến các miền

4.5.2 Thông tin cần thiết tối thiểu cho việc nhận dạng

Bảng sau đây liệt kê các thông tin tối thiểu cần để nhận dạng một thực thể

Phần tử	Chi tiết
Nhận dạng thực thể	Phần tử khóa để các thuộc tính khác liên kết tới
Tên thực thể	
Mô tả thực thể	

Bảng 2 - Thông tin để nhận dạng

4.3.3 Thông tin cần thiết tối thiểu cho kết nối

Bảng dưới đây biểu diễn thông tin tối thiểu để có thể kết nối một thực thể với các thực thể khác.

Phần tử	Chi tiết
Nhận dạng thực thể	Phần tử khóa để các thuộc tính khác liên kết tới
Tên thực thể	

Mô tả thực thể	
----------------	--

Bảng 3 - Thông tin cho kết nối

4.5.4 Thông tin cần thiết tối thiểu để xác thực

Bảng dưới đây liệt kê thông tin tối thiểu để có thể thực hiện việc xác thực.

Phần tử	Chi tiết
Nhận dạng thực thể	Phần tử khóa để các thuộc tính khác liên kết tới
Khóa bảo mật thực thể	
Kiểu xác thực	

Bảng 4 - Thông tin để xác thực

4.6 Góc nhìn sử dụng của khung tham chiếu IoT

4.6.1 Mô tả chung

Trong khi góc nhìn chức năng biểu diễn các chức năng cần thiết và những ràng buộc của hệ thống IoT, góc nhìn sử dụng tập trung vào việc làm thế nào để các hệ thống IoT được xây dựng, thử nghiệm, vận hành và sử dụng từ quan điểm của một người sử dụng. Góc nhìn này đề cập đến các khái niệm sau:

- a) Hoạt động.
- b) Vai trò và vai trò phụ.
- c) Dịch vụ và các vấn đề đan chéo.

4.6.2 Mô tả về các vai trò, vai trò phụ, và các hoạt động liên quan

Tất cả các hoạt động liên quan đến IoT đều có thể được phân thành 3 nhóm người dùng như sau:

- a) Nhà cung cấp dịch vụ IoT
- b) Nhà phát triển dịch vụ IoT
- c) Người dùng IoT



Hình 13 - Các nhóm người dùng IoT cùng các vai trò

4.6.2.1 Nhà cung cấp dịch vụ IoT



Hình 14 - Nhà cung cấp dịch vụ IoT

Nhà cung cấp dịch vụ IoT đóng vai trò quản lý và vận hành các dịch vụ IoT. Ngoài ra còn có các vai trò phụ như sau:

- Là một nhà quản trị doanh nghiệp, có nhiệm vụ lãnh đạo kinh doanh các sản phẩm hiện tại và mới, là người muốn biết làm thế nào để tận dụng dữ liệu và các kết nối của thiết bị để tạo ra các dòng lợi nhuận mới. Họ sẽ khám phá nội dung công nghiệp bên trong trang web của công ty và hành động trên các đề xuất giải pháp từ các kiến trúc sư.

- Là một người quản trị phân phối dịch vụ, chịu trách nhiệm về một SLA với một khách hàng trong phạm vi kinh doanh. Với đội ngũ các kỹ sư bảo trì, họ sử dụng nền tảng có hỗ trợ IoT và các ứng dụng công nghiệp trong phạm vi kinh doanh để lập kế hoạch, lắp đặt, giám sát và bảo dưỡng thiết bị. Vai trò này đảm bảo rằng chất lượng cung cấp dịch vụ tổng thể nằm trong giới hạn các thông số đã được xác định trước đối với mức dịch vụ.

- Là một nhà vận hành hệ thống, chịu trách nhiệm về việc vận hành hàng ngày của hệ thống cho khách hàng với các công việc như đăng ký người dùng mới và đảm

bảo rằng các thiết bị và loại thiết bị mới đều được đăng ký, hoạt động đúng đắn, và được cập nhật với phân sụn bảo mật mới nhất.

- Là một nhà phân tích an ninh, giảm thiểu rủi ro bảo mật bằng cách tạo ra các thuật toán tiên phong để phát hiện các mối đe dọa và ngăn chặn các vi phạm trên hệ thống. Họ tạo ra các chức năng tự động nhằm phát hiện các hành động bất thường của các thiết bị cùng người dùng, và cũng đảm bảo việc tuân thủ trên toàn hệ thống thông qua việc kiểm tra.

- Là một nhà phân tích hoạt động chịu trách nhiệm về tính sẵn có của các tài sản cụ thể trong dòng sản phẩm LOB (Line of Business) và sử dụng các năng lực phân tích dữ liệu lớn trong nền tảng IoT cùng các giải pháp mở về dịch vụ thuật toán trong khoa học dữ liệu nhằm đảm bảo tính sẵn có đó.

- Là một nhà khoa học dữ liệu với nhiệm vụ hiểu về dữ liệu công nghiệp được chuyển đến từ các thiết bị và các thuật toán mà cung cấp các kết quả phân tích có ý nghĩa. Người này tiến hành các thuật toán nâng cao như các dịch vụ được sử dụng bởi các nhà phân tích LOB và các ứng dụng công nghiệp LOB.

Hình 15 biểu diễn các hoạt động liên quan đến các vai trò phụ của nhà cung cấp dịch vụ IoT



Hình 15 - Các vai trò phụ và các hoạt động của nhà cung cấp dịch vụ IoT

4.6.2.2 Nhà phát triển dịch vụ IoT



Hình 16 - Nhà phát triển dịch vụ IoT

Vai trò của nhà phát triển dịch vụ IoT bao gồm việc triển khai, thử nghiệm và tích hợp các dịch vụ IoT vào nền tảng IoT. Sau đây là các vai trò phụ của nhà phát triển dịch vụ IoT:

- Là một kiến trúc sư giải pháp, với nhiệm vụ đề xuất, chứng minh và triển khai nền tảng có hỗ trợ IoT cho LOB, và quyết định các kiến trúc cũng như chiến lược hội nhập cho nền tảng IoT mới, các hệ thống kinh doanh và các thiết bị hiện có trong sản xuất.

- Là một nhà quản lý hoạt động phát triển, có nhiệm vụ thiết lập, đặt cấu hình và vận hành nền tảng có hỗ trợ IoT, các dịch vụ liên quan, và hành động như một người quản lý dự án bằng cách hỗ trợ các dịch vụ CNTT cho các hoạt động và phát triển của LOB.

- Là một nhà phát triển ứng dụng, với các nhiệm vụ là hoạt động trong LOB, trong lĩnh vực CNTT, hoặc với một bên thứ ba đang phát triển các ứng dụng công nghiệp IoT cho LOB, và sử dụng các năng lực vận hành phát triển nhằm phát triển, triển khai và sửa chữa các ứng dụng có tích hợp các thiết bị, dữ liệu và dịch vụ IoT.

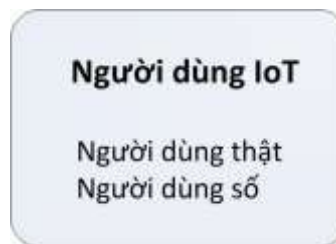
- Là nhà phát triển thiết bị, với nhiệm vụ tích hợp phần cứng và phần mềm vào các thiết bị và ứng dụng, phát triển và duy trì phần sụn thiết bị cho phép kết nối an toàn thiết bị với nền tảng hỗ trợ IoT.

- Là một nhà tích hợp hệ thống, với nhiệm vụ thử nghiệm và tích hợp các dịch vụ IoT vào nền tảng có hỗ trợ IoT. Tất cả các vai trò phụ của nhà phát triển dịch vụ IoT cùng các hoạt động của họ được biểu diễn trong Hình 17.



Hình 17 - Các vai trò phụ và các hoạt động của nhà phát triển dịch vụ IoT

4.6.2.3 Người dùng IoT



Hình 18 - Người dùng IoT

Người dùng IoT là người dùng cuối của các dịch vụ IoT và có thể được phân loại thành người dùng thật và người dùng số.

Người dùng thật là những con người sử dụng các dịch vụ IoT. Người sử dụng số là người dùng không phải là con người trong hệ thống IoT; chúng có thể bao gồm các dịch vụ tự động hóa mà hoạt động thay mặt cho người dùng thật.

Tất cả các vai trò phụ của người dùng IoT cùng các hoạt động của họ được mô tả trong Hình 19.



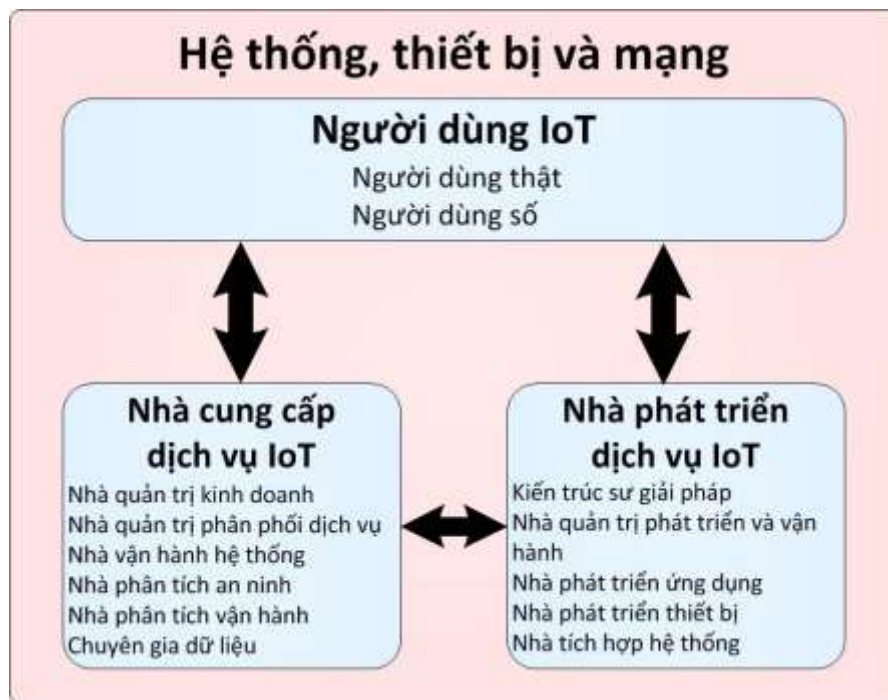
Hình 19 - Các vai trò phụ cùng các hoạt động của người dùng IoT

4.6.3 Ảnh xạ các hoạt động, vai trò và các hệ thống IoT trong các miền

Góc nhìn người dùng đã chỉ ra các vấn đề cần quan tâm về những ứng dụng dự kiến của hệ thống.

Những vai trò cùng các hoạt động liên quan đến người dùng IoT nhằm đưa ra các chức năng có thể đạt được với các năng lực cơ bản của hệ thống được thể hiện trong góc nhìn này. Các hoạt động mà tạo ra, triển khai, thử nghiệm, tích hợp và vận hành các dịch vụ IoT trong các hệ thống mong muốn có thể cần đến sự hợp tác giữa các cá nhân với các vai trò và kỹ năng khác nhau.

Hình 20 biểu diễn các vai trò khi hệ thống đang được sử dụng cùng các cơ hội hợp tác.



Hình 20 - Các vai trò được hiện ra khi hệ thống được đưa vào sử dụng

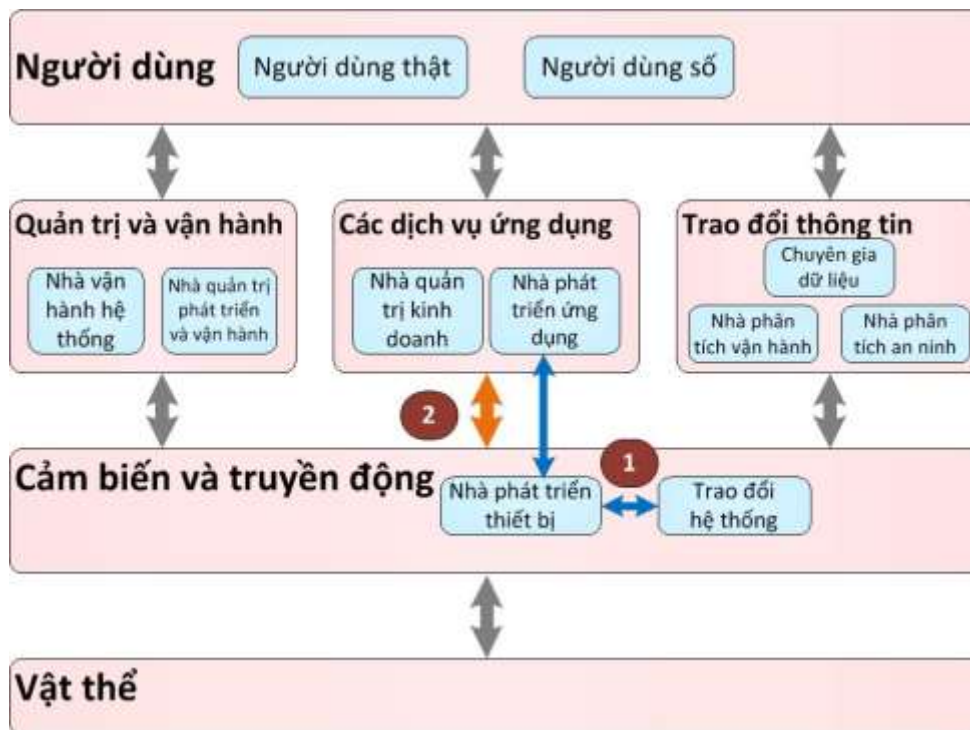
Bảng 5 cung cấp một cách tổng thể các hoạt động cùng các vai trò liên quan của chúng

Hoạt động	Vai trò	Các hệ thống và miền IoT
Phát triển ứng dụng và thiết bị	Nhà quản trị thiết bị và vận hành, nhà phát triển thiết bị, nhà phát triển ứng dụng	Miền dịch vụ ứng dụng, miền cảm biến và điều khiển
Vận hành các thiết bị, kết nối, và ứng dụng	Nhà vận hành hệ thống, nhà quản trị phân phối dịch vụ	Miền vận hành và quản trị, miền dịch vụ ứng dụng
Sử dụng dữ liệu thiết bị để phân tích	Chuyên gia dữ liệu, nhà phân tích bảo mật, nhà phân tích vận hành	Miền vận hành và quản trị, miền thông tin và trao đổi
Tích hợp, vận hành, và điều khiển các kho dữ	Nhà kiến trúc giải pháp, nhà quản trị thiết bị và vận hành, nhà vận hành	Miền dịch vụ ứng dụng, miền vận hành và quản trị

liệu và hoạt động kinh doanh	hệ thống, nhà tích hợp hệ thống, nhà quản trị phân phối dịch vụ	
Sử dụng dữ liệu lớn, dữ liệu trong quá khứ, và dữ liệu thời gian thực trong các ứng dụng và việc phân tích	Chuyên gia dữ liệu, nhà phân tích vận hành, nhà phân tích bảo mật, nhà quản trị phân phối dịch vụ.	Miền dịch vụ ứng dụng, miền vận hành và quản trị, miền cảm biến và điều khiển, miền thông tin và trao đổi
Tạo lập và tiến hành các phân tích nhằm triển khai nghiệp vụ	Chuyên gia dữ liệu, nhà phân tích vận hành, nhà phát triển ứng dụng, nhà quản trị thiết bị và vận hành	Miền dịch vụ ứng dụng, miền thông tin và trao đổi
Biểu diễn các thông tin phân tích để theo dõi	Nhà quản trị thiết bị và vận hành, chuyên gia dữ liệu, nhà phát triển ứng dụng	Miền dịch vụ ứng dụng, miền vận hành và quản trị, miền thông tin và trao đổi
Giám sát trạng thái hệ thống, xử lý các nguy cơ về an ninh và các lỗ hổng	Nhà vận hành hệ thống, nhà phân tích bảo mật	Miền vận hành và quản trị
Theo dõi quá trình tuân thủ các quy tắc	Nhà quản trị kinh doanh, nhà phân tích bảo mật	Miền dịch vụ ứng dụng, miền người dùng

Bảng 5 - Tổng thể về các hoạt động và các vai trò

Hình 21, 22, 23 biểu diễn một vài trường hợp về việc sử dụng các hệ thống IoT trong các bối cảnh hoạt động khác nhau.

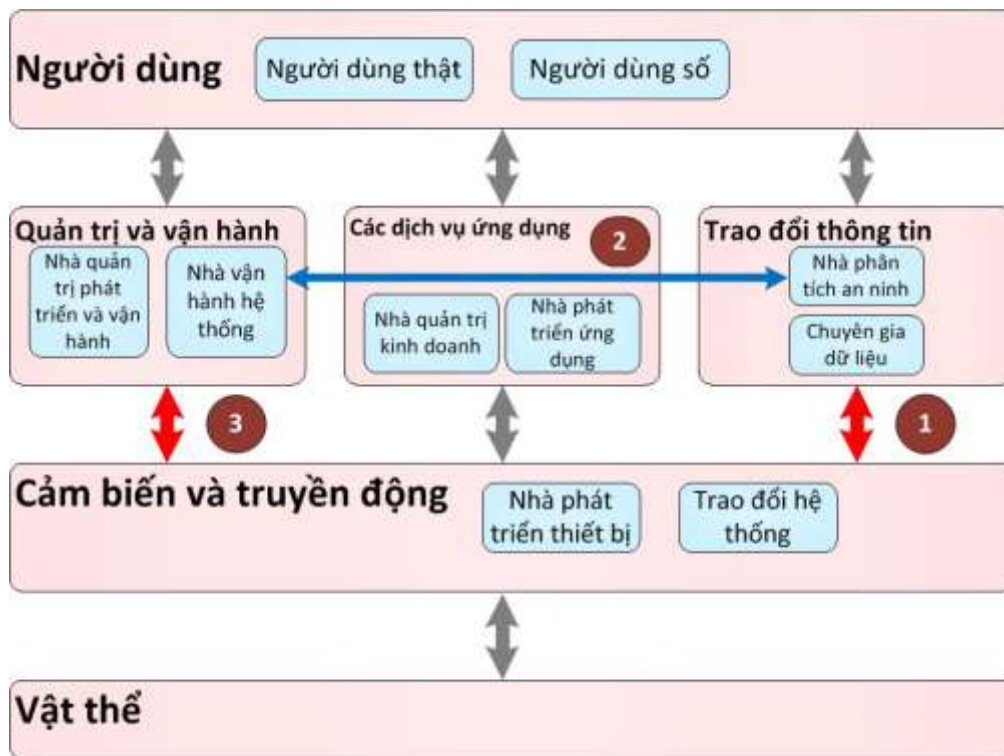


Hình 21 - Các hoạt động của quá trình phát triển thiết bị và ứng dụng

Hình 21 biểu diễn một trường hợp về các hoạt động và sự trao đổi thông tin trong quá trình phát triển ứng dụng thiết bị giữa các nhà phát triển thiết bị, các nhà tích hợp hệ thống, và các nhà phát triển ứng dụng. Trường hợp về một hoạt động của người dùng cụ thể là kết nối một thiết bị mới với nền tảng IoT. Các hộp màu xanh trong Hình 21 đại diện cho các người dùng thật (trong trường hợp này là các nhà phát triển và các nhà khai thác) của các hệ thống IoT. Sáu miền của một hệ thống IoT được thể hiện bằng các hộp màu hồng. Đối với hoạt động này:

a) Nhà phát triển thiết bị giao tiếp với nhà tích hợp hệ thống trong giai đoạn triển khai. Họ thảo luận về các định nghĩa API cùng các hành vi chức năng giữa thiết bị và nền tảng IoT, và thống nhất với nhau các đặc tính.

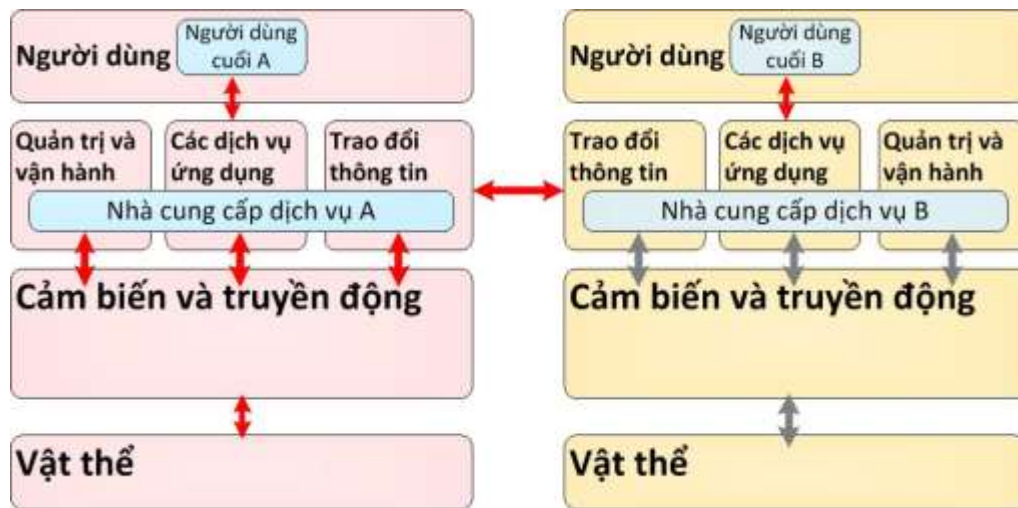
b) Các nhà phát triển ứng dụng và thiết bị có nhiệm vụ thực hiện và kiểm tra các API cùng các chức năng của chúng có liên quan đến thiết bị và nền tảng IoT. Ở giai đoạn này, các thiết bị nằm trong SCD sẽ được kết nối với các hệ thống IoT nằm trong ASD, và các chức năng từ điểm cuối đến điểm cuối có thể được kiểm tra.



Hình 22 - Sử dụng dữ liệu thiết bị cho các hoạt động vận hành và phân tích liên quan đến bảo mật

Hình 22 trình bày một trường hợp về các hoạt động liên quan đến việc sử dụng dữ liệu thiết bị cho các hoạt động phân tích và vận hành liên quan đến bảo mật. Trong trường hợp này, những người sử dụng của các hệ thống IoT bao gồm nhà phân tích dữ liệu và nhà vận hành an ninh. Các hoạt động bao gồm:

- a) Khi thiết bị được đặt cấu hình và kết nối với hệ thống truyền thông, việc sử dụng dữ liệu có thể được chuyển đến các hệ thống IoT nằm trong RID. Các nhà phân tích bảo mật và các chuyên gia dữ liệu có thể sử dụng thiết bị thu thập được, sự sử dụng dữ liệu để thực hiện các phân tích liên quan đến an ninh.
- b) Các nhà phân tích bảo mật giao tiếp với các nhà khai thác hệ thống để trao đổi về những phát hiện và kết quả từ những phân tích của họ.
- c) Các nhà phân tích bảo mật phối hợp với các nhà khai thác hệ thống chủ động tạo ra các quy tắc nhằm bảo vệ các hệ thống và ngăn ngừa các vi phạm.



Hình 23 - Sử dụng các dịch vụ IoT liên vùng theo chiều dọc

Hình 23 trình bày một trường hợp về việc sử dụng một dịch vụ IoT liên vùng theo chiều dọc. Trường hợp này liên quan đến người tiêu dùng và ngành sản xuất sản phẩm (sản xuất xe). Người dùng cuối A đại diện cho khách hàng là chủ sở hữu của một chiếc xe mới. Người dùng cuối B đại diện cho một kỹ sư hoặc nhà thiết kế trong ngành công nghiệp ô tô.

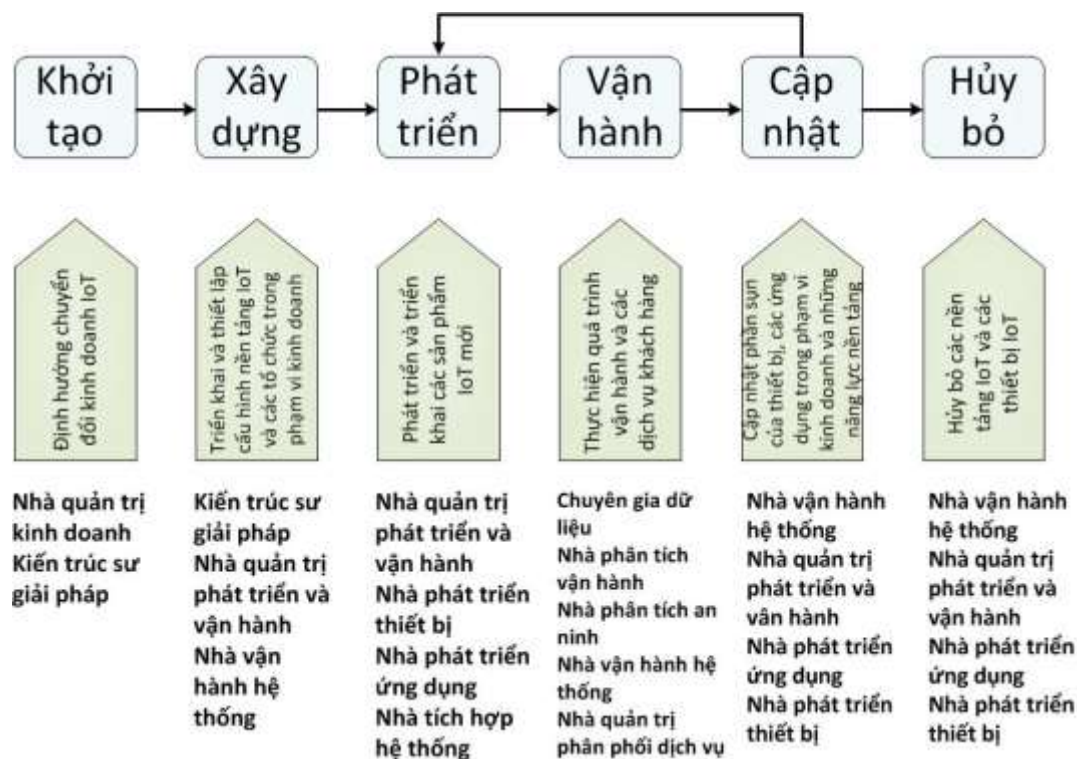
- a) Các cảm biến được cài đặt trong xe có thể cung cấp dữ liệu trạng thái thời gian chạy trên xe.
- b) Các dịch vụ IoT thực hiện phân tích và thông báo cho người lái xe các hư hỏng (ví dụ mức độ làm mát thấp) hoặc khuyến cáo kiểm tra xe.
- c) Dữ liệu sử dụng xe của khách hàng này kết hợp với dữ liệu sử dụng xe của hàng triệu khách hàng khác có thể được gửi đến cơ sở dữ liệu tập trung của nhà sản xuất thông qua giao diện trao đổi tài nguyên.

Dựa trên dữ liệu thu thập được từ khách hàng, người dùng cuối B có thể lấy được thông tin theo thời gian thực về việc sử dụng xe và xác định phần cơ hoặc điện nào cần bảo trì, thay thế, hoặc đang không hoạt động một cách đáng tin cậy. Người dùng cuối B có thể tổng hợp thông tin theo thời gian thực với các dữ liệu khác nhằm thực hiện thêm các phân tích để củng cố thêm các khả năng dẫn đến sự cố. Những thông tin như vậy cũng có thể giúp cải tiến về thiết kế của các thành phần hoặc hỗ trợ trong việc thiết kế những chiếc xe mới với chất lượng tốt hơn.

Các dịch vụ IoT có thể được sử dụng bởi tất cả các ngành dọc để hỗ trợ và chuyển đổi mọi lĩnh vực kinh doanh. Nói chung, chúng có thể được xem như là một loại nền tảng cho phép cải thiện hoạt động, hoặc giảm chi phí, hoặc tạo ra các sản

phẩm và mô hình kinh doanh mới, hoặc định hướng sự tham gia và trải nghiệm của khách hàng.

Hình 24 biểu diễn các vai trò và các hoạt động liên quan khi các hệ thống hiện tại tạo ra, phát triển, vận hành và cuối cùng là chấm dứt hoạt động các dịch vụ IoT.



Hình 24 - Vai trò và hoạt động trong suốt vòng đời sản phẩm IoT

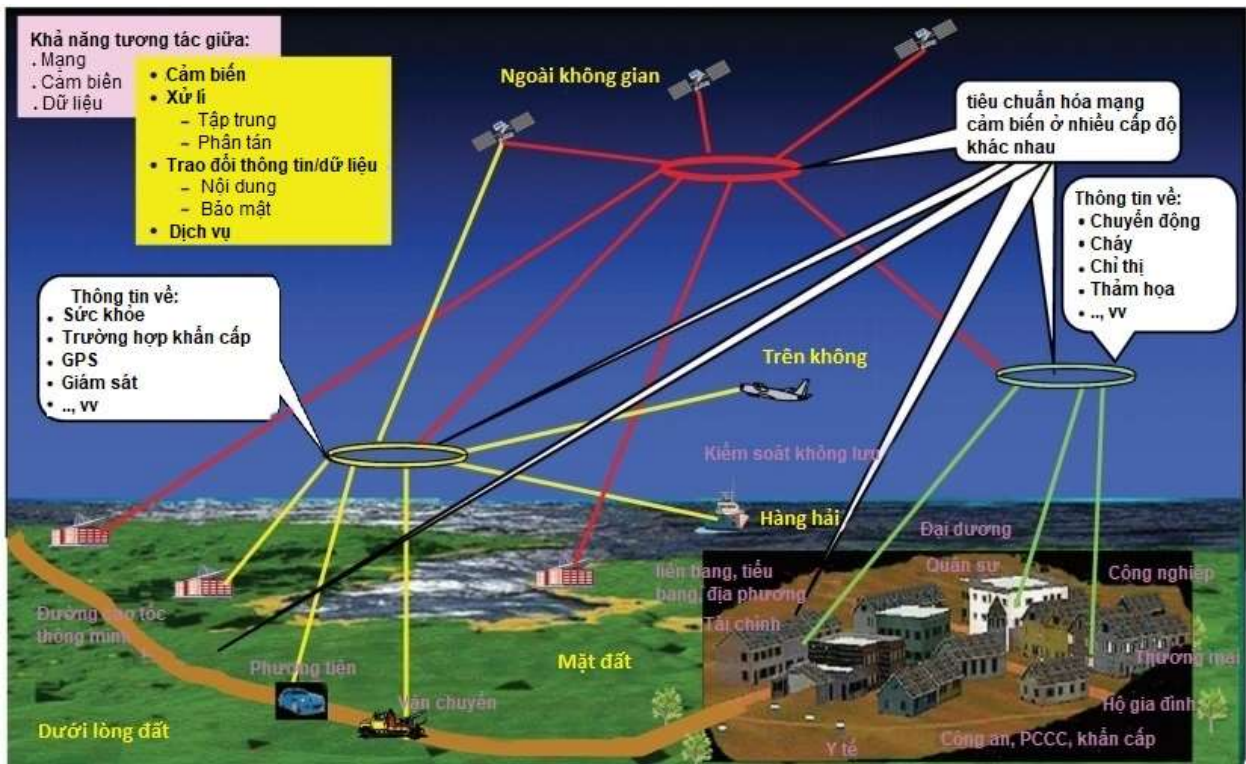
IV. KHUNG THAM CHIẾU MẠNG CẢM BIẾN

Mạng cảm biến là một hệ thống các nút cảm biến phân tán kết nối với nhau và cũng tương tác với các mạng cảm biến khác để giám sát các môi trường bên ngoài mạng cảm biến nhằm mục đích thu nhận, xử lý và cung cấp thông tin thu thập được từ thế giới thực.

Khung tham chiếu mạng cảm biến bao gồm một tập các miền liên quan đến việc thu thập dữ liệu thô từ thế giới thực của mỗi miền, xử lý dữ liệu thô thành thông tin

và cung cấp thông tin cho người dùng. Người dùng có thể là người hoặc máy/phần mềm (ví dụ: hệ thống điều khiển và lệnh tự động). Trong trường hợp mạng cảm biến có nút cảm biến hoặc các nút cảm biến được trang bị bộ phận một hoặc nhiều bộ phận kích hoạt, thông tin dưới dạng quyết định có thể truyền từ người dùng đến (các) bộ phận kích hoạt được gắn vào nút cảm biến để cung cấp lệnh hành động.

Mỗi mạng cảm biến bao gồm các thực thể khác nhau như nút cảm biến, bộ phận kích hoạt, mạng, bộ xử lý (tại nút cảm biến cục bộ, công và/hoặc trung tâm tổng hợp), các ứng dụng được sử dụng bởi các nút cảm biến, ứng dụng được người dùng sử dụng, và cuối cùng là người dùng. Hình 25 cho thấy một mô tả thành phần vật lý của nhiều miền mạng cảm biến mặc dù có những miền khác không được ghi lại trong hình. Hầu hết các miền mạng cảm biến được thiết kế khác nhau vì mỗi mạng cảm biến tập trung vào ứng dụng cụ thể của riêng nó. Hình này nhấn mạnh tầm quan trọng khả năng phối hợp giữa các mạng, các cảm biến, các nội dung và định dạng dữ liệu khác nhau. Hình 25 cũng cho thấy quá trình cảm biến có thể xảy ra trong tất cả các không gian địa lý mở (ví dụ: trên không, trong không khí, ngoài khơi, mặt đất và dưới mặt đất (ví dụ: dưới lòng đất và dưới mặt biển/hồ/sông)). Trong mỗi không gian địa lý, mạng cảm biến có thể cung cấp nhiều chức năng như được đưa ra trong hình. Trong không gian, một mạng cảm biến được tạo nên bởi các nút cảm biến trong một mạng lưới các vệ tinh có thể cung cấp dữ liệu và thông tin về thời tiết, ô nhiễm không khí, chuyển động của đại dương, v.v... Trên không, việc kiểm soát không lưu sẽ là bất khả thi nếu không có sự có mặt của các mạng cảm biến (ví dụ: radar). Trong lĩnh vực hàng hải, tàu thuyền dựa vào GPS để định vị trên biển. Các mạng cảm biến cũng có thể được sử dụng một cách hiệu quả để theo dõi các tàu hàng, gắn thẻ và bảo vệ hàng hóa của các container. Trên mặt đất có rất nhiều mạng cảm biến khác nhau tồn tại cho nhiều ứng dụng khác nhau (ví dụ như đường cao tốc thông minh, việc vận chuyển, quản lý chuỗi cung ứng, y tế, quân sự, công nghiệp, tài chính, ứng cứu khẩn cấp, chính phủ, hộ gia đình, giám sát môi trường, bảo vệ và phòng chống xâm nhập, theo dõi sức khỏe/tình huống của người già hoặc bệnh nhân, v.v...).



Hình 25 - Mô hình vật lý mức cao các miền mạng cảm biến

Tóm lại Hình 25 cho thấy có nhiều mạng cảm biến khác nhau ở các vùng không gian địa lý khác nhau và trong mỗi vùng lại có nhiều ứng dụng và dịch vụ mạng cảm biến khác nhau. Sự khác biệt đó đến từ các loại cảm biến khác nhau trong mạng cảm biến, các loại mạng hỗ trợ mạng cảm biến và các định dạng dữ liệu được sử dụng bởi các cảm biến và các mạng giao tiếp.

Hình 25 cũng cố gắng minh họa một khung tham chiếu mạng cảm biến có thể tương tác được, bao gồm nhiều hệ thống con hoặc mô-đun tương tác theo chiều ngang và các giao diện giữa các hệ thống con và mô-đun đó. Khả năng tương tác cũng cần tồn tại theo chiều dọc để truyền thông tin một cách liền mạch trong cấu trúc phân cấp của các mạng cảm biến hỗ trợ một hệ thống phức tạp của các hệ thống. Cả hai khả năng tương tác ngang và dọc có thể đạt được bằng một quy trình phát triển tiêu chuẩn nhằm thúc đẩy kiến trúc mở và cũng bằng cách tiêu chuẩn hóa các giao diện giữa các phân khu (cả hệ thống con và mạng cảm biến), các cấu trúc phân lớp trong mạng cảm biến và các ứng dụng của nó. Để khung tham chiếu đáp ứng các yêu cầu về khả năng tương tác, thì việc sử dụng các tiêu chuẩn tương tác hiện có để mô tả các hệ thống mạng cảm biến được khuyến nghị sử dụng. Ngoài ra, nhu cầu về các tiêu chuẩn mới, để đáp ứng các công nghệ, ứng dụng và dịch vụ mới của mạng cảm biến, có thể được xác định từ khung tham chiếu mạng cảm biến.

Hình 26 mô tả kiến trúc tham chiếu mạng cảm biến bằng cách xác định các thực thể chính của mạng cảm biến và giao diện giữa các thực thể chính tạo nên mạng cảm biến.

Các thực thể chính được xác định là:

a) Các nút cảm biến sẽ có:

- Lớp phần cứng nút cảm biến (SNHL);
- Lớp chức năng cơ bản (BFL);
- Lớp dịch vụ (SL);
- Lớp ứng dụng (AL);
- Quản lý liên lớp (CLM).

b) Công có nhiều khả năng có cùng hoặc có tương tự các lớp, cấu trúc lớp giống như trong nút cảm biến); do đó, một công có:

- Lớp phần cứng công (GHL);
- Lớp chức năng cơ bản (BFL);
- Lớp dịch vụ (SL);
- Lớp ứng dụng (AL);
- Quản lý liên lớp (CLM).

c) Môi trường bên ngoài thông qua mạng truy cập và mạng đường trục kết nối với nhà cung cấp dịch vụ và người dùng.

Đối với nhà cung cấp dịch vụ, cấu trúc lớp có thể tương tự như cấu trúc của một công.

Các giao diện giữa các thực thể chính, được xác định trong các hộp màu xám trong Hình 26, là:

a) Trong một nút cảm biến, có:

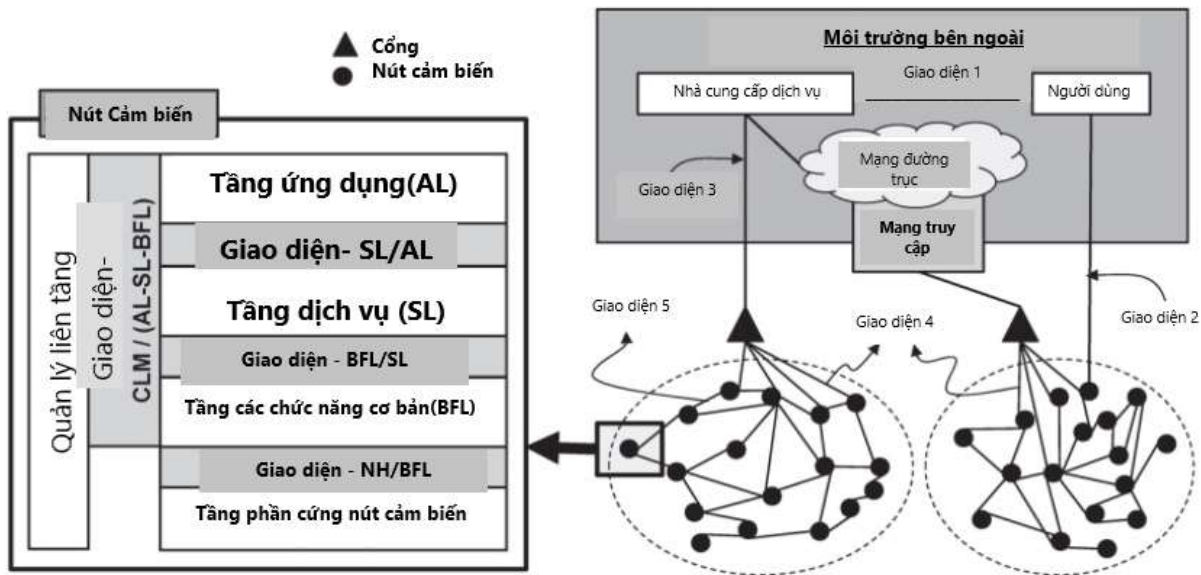
- Giao diện giữa Lớp phần cứng nút cảm biến và Lớp chức năng cơ bản (SNHL/BFL);
- Giao diện giữa Lớp chức năng cơ bản và Lớp dịch vụ (BFL/SL);
- Giao diện giữa Lớp dịch vụ và Lớp ứng dụng (SL/AL); và

- Giao diện giữa Lớp ứng dụng và Quản lý liên lớp, Lớp dịch vụ, Lớp chức năng cơ bản (CLM/AL-SL-BFL).

b) Giao diện giữa hai nút cảm biến trong mạng cảm biến; và

c) Giao diện giữa nút mạng công cộng cảm biến và các mạng khác.

Các giao diện giữa Lớp phần cứng nút cảm biến và Lớp chức năng cơ bản (SNHL/BFL) được thực hiện bởi các chức năng nằm trong SNHL và các chức năng nằm trong BFL.



Hình 26 - Tổng quan các giao diện mạng cảm biến trong một nút cảm biến, các nút cảm biến đến các nút cảm biến, và nút cảm biến đến môi trường bên ngoài

Hình 27 mô tả kiến trúc vật lý của một nút cảm biến, có thể được ánh xạ tới Phần cứng nút cảm biến được mô tả trong Hình 26, kiến trúc vật lý tham chiếu của nút cảm biến. Kiến trúc vật lý tham chiếu của nút cảm biến bao gồm:

- Đơn vị xử lý tính toán (CPU): một CPU được nhúng trong nút cảm biến để tạo nên một nút cảm biến thông minh. Nó lưu trữ một hệ điều hành (OS), thuật toán ứng dụng và phần mềm khác. Một CPU có thể được đặt bên ngoài nút cảm biến và nút cảm biến truyền các kết quả đo của nó đến CPU để xử lý.

- Lưu trữ: Thiết bị lưu trữ là một đơn vị bộ nhớ có thể được nhúng trong nút cảm biến hoặc có thể được đặt bên ngoài nút. Đơn vị bộ nhớ lưu trữ dữ liệu sự kiện khác nhau được cảm nhận bởi nút, ví dụ: các kết quả đo, dữ liệu đã xử lý nếu việc xử lý trên nút được thực hiện và dữ liệu sự kiện khác.

- Cảm biến: Cảm biến hoặc phần tử cảm biến là một thiết bị đo lường của môi trường bên ngoài đối với một hiện tượng nhất định. Thông thường, thiết bị này chuyển đổi các phép đo thô thành một luồng tín hiệu điện có thể đo được. Tùy thuộc vào loại thiết bị cảm biến, thiết bị có thể đo âm thanh, địa chấn hoặc rung động, từ tính, các quang phổ ánh sáng khác nhau (ví dụ: thị giác, hồng ngoại, v.v...), điện từ (ví dụ tần số vô tuyến), nhiệt độ, khí, áp suất, chuyển động, ô nhiễm, các đối tượng, v.v... Tùy thuộc vào độ phức tạp và công nghệ được triển khai trong cảm biến, cảm biến có thể đo tín hiệu 1 chiều, 2 chiều và 3 chiều cùng với gắn thẻ thời gian.

- Đơn vị giao tiếp: Đơn vị giao tiếp là thành phần thiết yếu của nút cảm biến. Bộ phận giao tiếp này cung cấp liên kết dữ liệu có dây hoặc không dây được sử dụng để truyền dữ liệu được thu thập bởi cảm biến hoặc thành phần của cảm biến và mọi dữ liệu được xử lý trong thời gian thực hoặc không theo thời gian thực. Đối với trường hợp truyền dữ liệu không theo thời gian thực, cần có một loại thiết bị lưu trữ.

- Bộ phận kích hoạt: Bộ phận kích hoạt có thể nằm trong nút cảm biến hoặc bên ngoài nút cảm biến. Bộ phận kích hoạt là phương tiện để tương tác với môi trường bên ngoài, ví dụ: điều khiển nhiệt độ tự động. Bộ phận kích hoạt có thể nhận thông tin (ví dụ: lệnh) trực tiếp từ cảm biến sau khi xử lý dữ liệu thông qua liên kết dữ liệu có dây hoặc không dây.

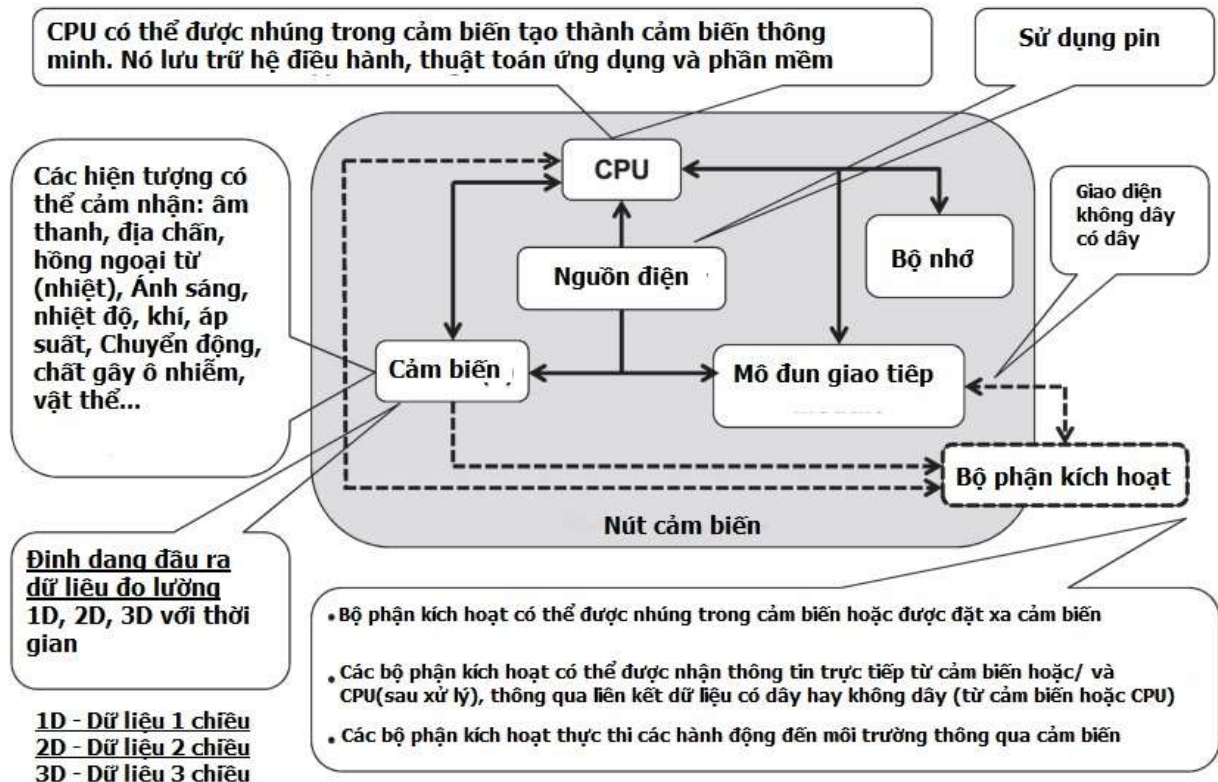
- Nguồn điện: Một nút cảm biến sẽ cần một nguồn điện. Nếu một nút cảm biến được kết nối vật lý thông qua dây, thì nút cảm biến đó thường không yêu cầu nguồn điện được gắn trên bo mạch, ví dụ: pin. Trong trường hợp nút cảm biến không dây, thì cần có pin. Quản lý năng lượng cho nút cảm biến là một vấn đề quan trọng và trình tiện ích quản lý năng lượng có thể được lưu trữ trong CPU, đặc biệt đối với các nút cảm biến được đặt không dây từ xa.

Nguồn điện để cung cấp năng lượng cho nút cảm biến là một yếu tố quan trọng đối với các nút cảm biến và do đó, cho toàn bộ mạng cảm biến. Điều này càng trở nên quan trọng đối với một mạng cảm biến phân tán không dây theo địa lý. Nguồn điện thường là pin (không sạc được); tuy nhiên, ý tưởng về các nguồn năng lượng tự tạo khai thác từ các hiện tượng tự nhiên (ví dụ: ánh sáng mặt trời, rung động, gió, được gọi là phương pháp hấp thụ năng lượng) đang được nghiên cứu và phát triển.

Việc cung cấp năng lượng sẽ phụ thuộc rất nhiều vào loại cảm biến và chức năng nút cảm biến. Quản lý năng lượng trên các cảm biến từ xa có tầm quan trọng lớn đối với chức năng của nút cảm biến. Sự cách biệt của nút cảm biến sẽ quyết định

khả năng cung cấp năng lượng và quản lý sử dụng năng lượng. Tần suất sự cần thiết của thông tin liên lạc giữa các nút cũng sẽ quyết định cách quản lý nguồn điện.

Các liên kết giao diện bên trong nút cảm biến không được chỉ rõ trong Hình 27. Điều này là do việc cài đặt một nút cảm biến phụ thuộc nhiều vào yêu cầu ứng dụng và các ràng buộc phần cứng của nó.



Hình 27 - Khung tham chiếu vật lý nút cảm biến

Hình 28 minh họa một tập hợp các thực thể chức năng thực hiện các dịch vụ mạng cảm biến khác nhau và nó mô tả góc nhìn chức năng của khung tham chiếu mạng cảm biến. Khung tham chiếu chức năng mạng cảm biến này liệt kê nhiều chức năng quan trọng trong mạng cảm biến, nhưng hình này không bao gồm tất cả các chức năng. Khung tham chiếu chỉ ra 3 miền, cụ thể là:

- Miền cảm biến: Miền này giao tiếp với các cảm biến, các cổng và các thực thể khác (ví dụ: thiết bị lưu trữ) trong mạng cảm biến hoặc các mạng cảm biến. Miền này nhận dữ liệu từ (các) mạng cảm biến và truyền đến Miền dịch vụ thông qua Miền mạng theo yêu cầu của người dùng. Ngoài ra, Miền cảm biến có thể có khả năng xử lý các kết quả đo (ví dụ: dữ liệu thô) từ các cảm biến trong mạng cảm biến thông qua mạng cục bộ và/hoặc mạng diện rộng.

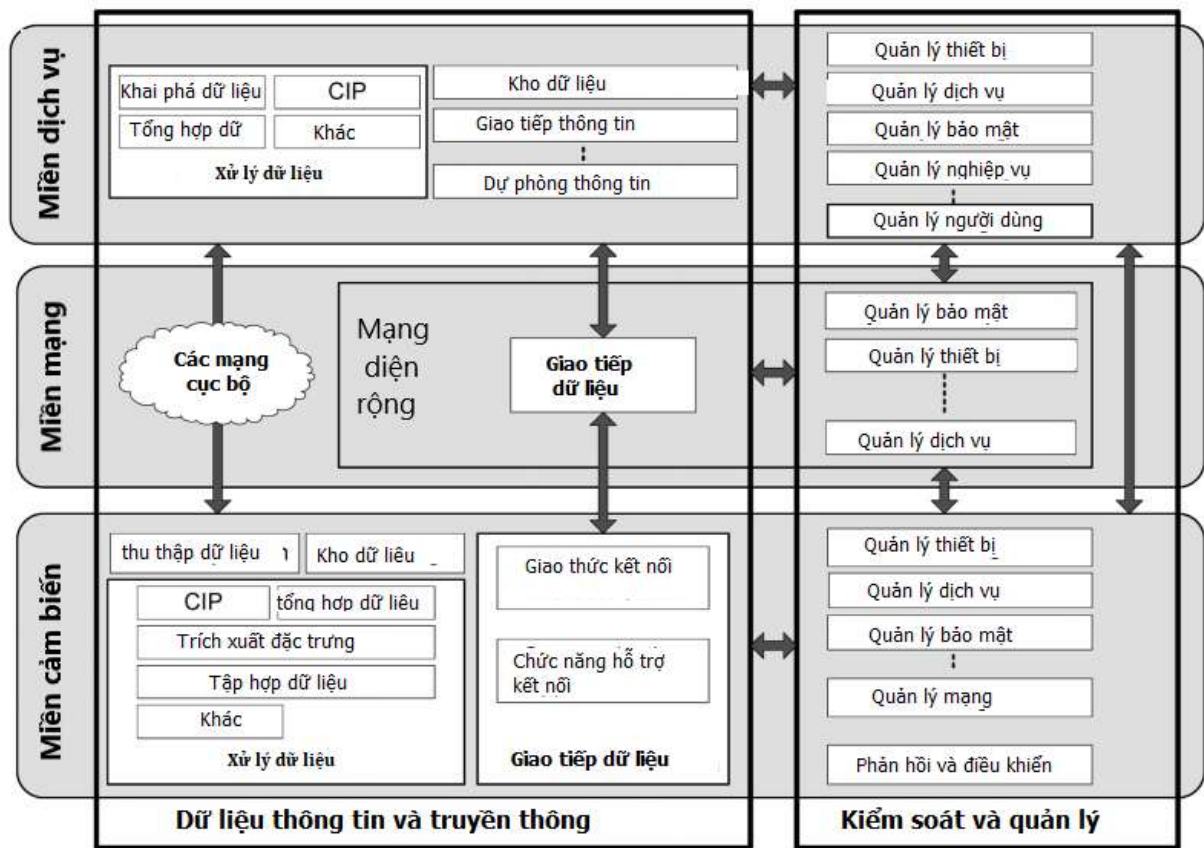
- Miền mạng: Miền này cung cấp việc liên kết dữ liệu/thông tin giữa Miền cảm biến và Miền dịch vụ.

- Miền dịch vụ: Miền này lưu trữ các ứng dụng khác nhau cung cấp các dịch vụ được yêu cầu bởi người dùng. Để thực hiện các yêu cầu ứng dụng, miền này cũng có thể hỗ trợ các khả năng xử lý dữ liệu khác nhau từ dữ liệu (ví dụ: các kết quả đo) và/hoặc thông tin (ví dụ: dữ liệu từ việc xử lý các kết quả đo) từ Miền cảm biến thông qua Miền mạng.

Và Hình 28 cũng cho thấy hai nhóm, được thể hiện trong hình hộp theo chiều dọc:

- Nhóm Dữ liệu, Thông tin và Truyền thông: Nhóm chức năng này chịu trách nhiệm xử lý dữ liệu, tạo thông tin, giao tiếp dữ liệu, và thông tin được tạo ra giữa các miền và cung cấp dữ liệu/thông tin cho nơi yêu cầu (ví dụ: người dùng).

- Nhóm Kiểm soát và Quản lý: Nhóm chức năng này chịu trách nhiệm quản lý các thực thể trong mỗi miền. Miền cảm biến và miền dịch vụ cũng có chức năng quản lý tương tự; tuy nhiên, những gì các chức năng này quản lý trong mỗi miền là khác nhau. Ví dụ: đối với Miền cảm biến, các thiết bị được quản lý bởi trình Quản lý thiết bị thường là các thực thể cảm biến. Đối với Miền dịch vụ, các thiết bị được quản lý thường là tài sản máy tính. Đối với Miền Mạng, các thiết bị được quản lý bởi Trình quản lý thiết bị là các thiết bị liên lạc.



Hình 28 – Khung tham chiếu chức năng mạng cảm biến

Trong khung tham chiếu chức năng của mạng cảm biến được đưa ra trong Hình 28, Miền cảm biến vận chuyển dữ liệu/thông tin đến Miền dịch vụ thông qua Mạng cục bộ hoặc Mạng diện rộng. Như trong hình, có hai nhóm chính chịu trách nhiệm tạo dữ liệu và thông tin: nhóm Dữ liệu, Thông tin và Truyền thông và nhóm Kiểm soát và Quản lý trong Miền cảm biến. Nhóm Dữ liệu, Thông tin và Truyền thông cung cấp các chức năng như thu thập, lưu trữ và xử lý dữ liệu (ví dụ: Phối hợp xử lý, tổng hợp dữ liệu, trích xuất tính năng, hợp nhất dữ liệu, v.v...), giao tiếp dữ liệu (ví dụ: giao thức kết nối, chức năng hỗ trợ kết nối, v.v...). Kiểm soát và Quản lý cung cấp các chức năng như quản lý thiết bị cảm biến, quản lý dịch vụ, quản lý mạng, quản lý bảo mật. Khi dữ liệu/thông tin được truyền đến Miền dịch vụ, dữ liệu/thông tin được xử lý bởi các chức năng như khai thác dữ liệu, khai thác thông tin, hợp nhất dữ liệu và các chức năng liên quan khác. Ngoài ra, dữ liệu/thông tin có thể được lưu trữ, truyền đạt và cung cấp trong Miền dịch vụ.

1. Miền cảm biến

Bảng 6 mô tả các thực thể chức năng trong Miền cảm biến được mô tả trong Hình 28.

Thực thể chức năng	Mô tả
Thu thập dữ liệu	Nhận thức và thu thập dữ liệu từ môi trường cho các ứng dụng.
Lưu trữ dữ liệu	Lưu trữ dữ liệu cảm biến, hướng dẫn điều khiển và quản lý dữ liệu.
Xử lý dữ liệu	Sử dụng thuật toán xử lý dữ liệu/tín hiệu để trích xuất thông tin được yêu cầu hoặc thông tin hữu ích từ dữ liệu cảm biến và siêu dữ liệu. Các thuật toán trích xuất thông tin bao gồm phối hợp xử lý thông tin (ví dụ: hợp nhất dữ liệu, trích chọn đặc trưng, tổng hợp dữ liệu và trình bày dữ liệu).
Giao tiếp dữ liệu	Truyền và nhận dữ liệu giữa các nút cảm biến và cổng mạng cảm biến thông qua giao thức kết nối và các chức năng hỗ trợ kết nối. Ví dụ về dữ liệu được truyền và nhận là nhiệt độ, độ ẩm, đồng bộ hóa thời gian và dữ liệu vị trí.
Quản lý thiết bị	Quản lý các thiết bị trong Miền cảm biến, bao gồm nguồn, tham số hệ thống, định danh và các chương trình phần mềm/phần mềm nhúng trong thiết bị.
Quản lý dịch vụ	Quản lý (các) dịch vụ được cung cấp bởi các nút cảm biến và cổng mạng cảm biến, bao gồm đăng ký, khám phá, mô tả, phân tích dịch vụ và xử lý dịch vụ.
Quản lý an ninh và Quyền riêng tư	<p>Quản lý bảo mật thông tin liên lạc và dữ liệu, bao gồm xác thực, ủy quyền, mã hóa và quản lý khóa.</p> <p>Quản lý việc bảo vệ thông tin cá nhân, bao gồm tối giản dữ liệu, ẩn danh, bút danh, v.v...</p> <p>Quản lý quyền riêng tư thường bắt đầu bằng việc đánh giá rủi ro/tác động của quyền riêng tư, bao gồm cả việc xác định các biện pháp bảo vệ cần thiết để giảm thiểu rủi ro đã xác định.</p>

Quản lý mạng	Quản lý cấu trúc liên kết mạng, bảng định tuyến, thông tin cấu hình, hiệu suất và cấu hình lại thông tin mạng.
Quản lý ứng dụng	Quản lý các thay đổi tham số hoặc cập nhật ứng dụng trong các nút cảm biến hoặc trong mạng cảm biến hoặc mạng cảm biến
Điều khiển và phản hồi	Hướng dẫn điều khiển trên bộ phận kích hoạt theo phản hồi của người dùng tùy thuộc vào yêu cầu ứng dụng. Việc kiểm soát phản hồi có cần thiết hay không phụ thuộc vào yêu cầu ứng dụng.
Trích chọn đặc trưng	Có nhiều cấp độ khác nhau của trích chọn đặc trưng. Phương pháp trích chọn đặc trưng có thể thay đổi tùy thuộc vào loại cảm biến và dữ liệu mà cảm biến tạo ra. Nói chung, các tính năng có thể được trích xuất từ dữ liệu thô từ cảm biến hoặc từ dữ liệu đã qua xử lý. Việc trích chọn đặc trưng được thực hiện thông thường bằng một hoặc nhiều thuật toán.
Tập hợp dữ liệu	Tổng hợp dữ liệu lắp ráp những dữ liệu tương tự nhau từ nhiều nguồn (ví dụ: cảm biến, bộ xử lý, cơ sở dữ liệu). Nó cũng có thể lắp ráp dữ liệu theo thời gian khi cần thiết
Hợp nhất dữ liệu	Hợp nhất dữ liệu là việc sử dụng các kỹ thuật kết hợp dữ liệu từ nhiều nguồn dữ liệu/thông tin khác nhau và biến những thông tin đó thành các mục riêng biệt và có thể dùng được thông qua việc suy luận. Các quy trình hợp nhất dữ liệu thường được phân loại là thấp, trung bình hoặc cao, tùy thuộc vào giai đoạn xử lý diễn ra quá trình hợp nhất. Ví dụ: phần mềm hợp nhất mức thấp, thuật toán/phần mềm hợp nhất dữ liệu kết hợp một số nguồn dữ liệu thô để sản xuất dữ liệu thô mới. Dữ liệu hợp nhất có khả năng cung cấp hình ảnh đầy đủ hơn về thế giới thật, đặc biệt là đối với các đối tượng được quan tâm trong thế giới thật so với dữ liệu riêng lẻ từ nhiều nguồn chưa được hợp nhất.

Phối hợp xử lý thông tin	Phối hợp xử lý thông tin tương đồng với hợp nhất dữ liệu ở nhiều khía cạnh. Sự tương đồng nằm ở việc hợp nhất dữ liệu cấp mạng nơi có nhiều mạng liên quan. Các ý tưởng cơ bản của việc kết hợp dữ liệu từ nhiều nguồn để tạo ra các mục có thể dùng được giống như hợp nhất dữ liệu.
Truy xuất thông tin	Nó có mục tiêu là tự động trích xuất thông tin có cấu trúc từ dữ liệu phi cấu trúc và/hoặc bán cấu trúc.
Khai phá dữ liệu	Khai phá dữ liệu là một quá trình khám phá các khuôn mẫu mới từ các tập dữ liệu lớn liên quan đến các phương pháp từ việc thống kê, sử dụng trí tuệ nhân tạo. Trái ngược với học máy chẳng hạn, sự nhấn mạnh nằm ở việc phát hiện ra các mẫu chưa biết trước đó trái ngược với việc khái quát các mẫu đã biết với dữ liệu mới.

Bảng 6 - Mô hình chức năng và các mô tả trong Miền cảm biến

2. Miền mạng kết nối

Trong Miền mạng kết nối, chỉ các chức năng liên quan đến mạng cảm biến được thể hiện trong khung tham chiếu chức năng của mạng cảm biến. Bảng 7 mô tả các thực thể chức năng trong miền hoạt động mạng trong Hình 28. Miền mạng kết nối có thể được nhận ra bởi Mạng cục bộ và/hoặc bởi Mạng diện rộng. Mạng cục bộ có thể được sử dụng khi Miền cảm biến và Miền dịch vụ nằm trong cùng một mạng trong khi Mạng diện rộng có thể được sử dụng khi Miền cảm biến và Miền dịch vụ nằm trong các mạng khác nhau. Cũng sẽ có trường hợp (1) một Miền cảm biến phục vụ nhiều Miền dịch vụ; (2) nhiều Miền cảm biến phục vụ một Miền dịch vụ; hoặc (3) nhiều hơn một Miền cảm biến phục vụ nhiều hơn một Miền dịch vụ.

Thực thể chức năng	Mô tả
Giao tiếp dữ liệu	Truyền và nhận dữ liệu giữa các thiết bị sử dụng các công nghệ truyền dữ liệu hiện có hoặc mới phát triển.

Quản lý thiết bị	Quản lý thông tin về các thiết bị trong Mạng diện rộng, bao gồm nguồn điện, tham số hệ thống, định danh và các chương trình phần mềm/phần mềm nhúng trong thiết bị.
Quản lý bảo mật	Quản lý bảo mật của việc chuyển dữ liệu, bao gồm kiểm soát truy cập, xác thực, ủy quyền, mã hóa và quản lý khóa.

Bảng 7 - Mô hình chức năng và các mô tả của Miền mạng kết nối

3. Miền dịch vụ

Trong Miền dịch vụ, các thực thể quản lý nghiệp vụ và quản lý người dùng được hiển thị cùng với các thực thể khác. Việc sử dụng hai thực thể quản lý này phụ thuộc vào yêu cầu của (các) ứng dụng của mạng cảm biến đang được thiết kế và phát triển. Bảng 8 mô tả các thực thể chức năng trong Miền dịch vụ được mô tả trong Hình 28.

Thực thể chức năng	Mô tả
Lưu trữ dữ liệu	Lưu trữ dữ liệu, bao gồm dữ liệu cảm biến từ Miền cảm biến và hướng dẫn điều khiển từ người dùng.
Xử lý dữ liệu	Sử dụng thuật toán xử lý dữ liệu/tín hiệu để trích xuất thông tin được yêu cầu hoặc thông tin hữu ích từ dữ liệu cảm biến và siêu dữ liệu. Các thuật toán trích xuất thông tin ví dụ như phối hợp xử lý thông tin hoặc hợp nhất dữ liệu, trích chọn đặc trưng và tổng hợp dữ liệu.
Thông tin liên lạc	Truyền và nhận dữ liệu giữa các thiết bị trong Miền dịch vụ bằng công nghệ truyền dữ liệu của mạng kế thừa.
Cung cấp thông tin	Cung cấp thông tin hữu ích cho người dùng thông qua giao diện người dùng.
Quản lý thiết bị	Quản lý thông tin về các thiết bị cuối của ứng dụng, bao gồm nguồn điện, thông số hệ thống, định danh và chương trình của thiết bị.

Quản lý dịch vụ	Quản lý dịch vụ được cung cấp bởi dịch vụ ứng dụng cho người dùng, bao gồm đăng ký, khám phá, mô tả, phân tích dịch vụ và xử lý dịch vụ.
Quản lý bảo mật	Quản lý bảo mật dữ liệu và giao tiếp trong miền dịch vụ, bao gồm kiểm soát truy cập, xác thực, ủy quyền, mã hóa và quản lý khóa.
Quản lý nghiệp vụ	Quản lý quy trình, quy tắc, hoạt động nghiệp vụ và phân tích thống kê dữ liệu nghiệp vụ. Việc quản lý nghiệp vụ có cần thiết hay không phụ thuộc vào yêu cầu ứng dụng.
Quản lý người dùng	Quản lý thông tin về người dùng, bao gồm định danh người dùng, yêu cầu của ứng dụng và ủy quyền của người dùng. Việc quản lý người dùng có cần thiết hay không phụ thuộc vào yêu cầu ứng dụng.

Bảng 8 - Mô hình chức năng và các mô tả của Miền dịch vụ

4. Các thực thể chức năng

4.1 Lớp phần cứng nút cảm biến

4.1.1 Tổng quan

Lớp phần cứng của nút cảm biến là tập hợp các chức năng liên quan đến cảm biến, bộ phận kích hoạt và nguồn điện trong một nút cảm biến. Rõ ràng là cảm biến là chức năng chính của nút cảm biến, nhưng nó cũng có thể có khả năng là bộ phận kích hoạt. Cảm biến và bộ phận kích hoạt diễn ra nghiêm ngặt trong các nút cảm biến, nhưng các thực thể vật lý khác cũng cần nguồn điện. Mặc dù các thực thể đó thường có khả năng truy cập vào điện lưới, vấn đề tự tạo nguồn điện trong các nút cảm biến cần thiết được quan tâm đặc biệt vì chúng có thể hết pin trong một thời gian dài hoặc tự hấp thụ năng lượng.

4.1.2 Thu thập dữ liệu

Đây là chức năng cơ bản của cảm biến. Mỗi cảm biến đo một số thuộc tính vật lý của môi trường nơi nó được đặt và chuyển đổi những kết quả đó thành dữ liệu số. Thu thập dữ liệu là nhiệm vụ chung của việc quan sát và đo lường môi trường và sản xuất dữ liệu số dựa trên các kết quả.

4.1.3 Kích hoạt

Trong ngữ cảnh của một mạng cảm biến, đây là quá trình người dùng có thể ảnh hưởng đến thế giới vật lý mà các cảm biến quan sát và đo lường. Không phải tất cả các mạng cảm biến đều được trang bị bộ phận kích hoạt. Có một số mạng cảm biến chỉ đơn giản là quan sát và đo lường một số thuộc tính của thế giới vật lý mà không tác động đến nó. Người ta có thể coi một mạng cảm biến sử dụng các bộ phận kích hoạt như một hệ thống điều khiển lặp khép kín. Mỗi bộ phận kích hoạt nhận các mệnh lệnh/tín hiệu điều khiển từ các lớp chức năng cao hơn của mạng cảm biến và khiến một số đối tượng di chuyển. Khái niệm làm thế nào để tác động đến một thế giới thật có thể thông qua việc sử dụng một số bộ phận kích hoạt theo một cách mà đáp ứng các mục tiêu và mong đợi của người dùng là một vấn đề đầy thách thức.

4.1.4 Hấp thụ năng lượng

Không phải tất cả các mạng cảm biến đều hấp thụ năng lượng. Một mạng cảm biến với các nút cảm biến hoạt động bằng pin sẽ có tuổi thọ giới hạn. Nó sẽ chết và ngừng hoạt động khi một số lượng nhất định các nút cảm biến hết pin. Một cách để giảm thiểu vấn đề này là thay pin định kỳ. Tuy nhiên, điều này không thuận tiện và có thể tốn kém trong trường hợp mạng cảm biến lớn. Một cách khác là thông qua việc sử dụng khả năng hấp thụ năng lượng, trong đó một nút cảm biến sử dụng một số phương thức nhất định để trích xuất năng lượng từ môi trường của nó. Ví dụ nổi bật nhất về hấp thụ năng lượng là thông qua việc sử dụng pin mặt trời. Một khả năng khác là thông qua việc sử dụng các tua – bin gió.

4.2 Lớp các chức năng cơ bản

4.2.1 Tổng quan

Ngoài giao tiếp và lưu trữ dữ liệu, các thực thể chức năng được mô tả trong thực thể này là các nút cảm biến được liên kết chặt chẽ. Các nút cảm biến thực hiện giao tiếp và lưu trữ dữ liệu, nhưng các thực thể vật lý khác trong khung tham chiếu mạng cảm biến cũng vậy. Ngoài việc cảm biến, kích hoạt và tạo ra năng lượng, có một số nhiệm vụ cơ bản mà các nút cảm biến cần thực hiện. Các chức năng này được nhóm lại dưới “Lớp chức năng cơ bản” được mô tả tiếp theo đây.

4.2.2 Xử lý dữ liệu

Một nút cảm biến có thể sử dụng các thuật toán khác nhau để xử lý dữ liệu thô thu được từ các cảm biến của nó. Tính trung bình và lọc (tuyến tính hoặc phi tuyến

tính) để loại bỏ nhiễu cộng hoặc nhiễu đốm là ví dụ của các thuật toán này. Tổng hợp dữ liệu và nén dữ liệu là những ví dụ khác phát sinh từ thực tế liên quan đến vấn đề băng – đặc biệt trong trường hợp các nút cảm biến không dây – thường là một mặt hàng khan hiếm. Do đó, sẽ hợp lý khi xử lý dữ liệu thô và lượng dữ liệu phải truyền đến các nút cảm biến lân cận hoặc thực thể xử lý tập trung nhận dữ liệu từ tất cả các nút trong mạng. Ý tưởng là xử lý dữ liệu thô và trích xuất từ nó một tập dữ liệu nhỏ hơn nhiều, được gọi là dữ liệu đã xử lý, trích chọn ra những “tinh chất” của dữ liệu thô. Về mặt toán học, quyết định tối ưu dựa trên số liệu thống kê đầy đủ sẽ tốt tương đương với quyết định tối ưu dựa trên tất cả dữ liệu thô. Một ví dụ minh họa việc sử dụng số liệu thống kê đầy đủ là phát hiện sự hiện diện của các thể lực thù địch trong một khu vực dưới sự giám sát của quân đội bằng nhiều cảm biến. Người ta có thể truyền dữ liệu thô từ tất cả các cảm biến đến một thực thể xử lý hoặc truyền đủ số liệu thống kê. Nếu quy tắc quyết định tối ưu liên quan đến sự hiện diện của các thể lực thù địch dựa trên tập dữ liệu nhỏ hơn có cùng xác suất phát hiện đúng và báo động sai, hoặc nói chung là cùng đường cong đặc trưng hoạt động của bộ thu nhận (ROC), vì quy tắc quyết định tối ưu dựa trên dữ liệu thô nên tập dữ liệu nhỏ hơn được gọi là số liệu thống kê đầy đủ. Cũng như vậy, trích xuất tính năng là một loại xử lý khác cố gắng giảm khối lượng dữ liệu phải được gửi bởi các nút cảm biến đến các thực thể khác. Một ví dụ điển hình cho việc trích xuất tính năng là trong bối cảnh dữ liệu hình ảnh và video, trong đó một số tính năng quan trọng của hình ảnh hoặc video clip, như sự hiện diện của một số đối tượng nhất định, được ghi lại và truyền thay cho việc gửi từng điểm trong ảnh hoặc tất cả khung hình trong video clip.

Một khía cạnh khác của xử lý dữ liệu là trình bày dữ liệu và định dạng. Phải có một số cách thống nhất để diễn giải các dữ liệu được trao đổi bởi các thực thể khác nhau. Ví dụ: khi dữ liệu nhiệt độ thô được gửi bởi một nút cảm biến đến một nút khác hoặc thực thể xử lý trung tâm, phải có một tiêu đề chỉ định đơn vị cho nhiệt độ, ví dụ: Celsius so với Fahrenheit. Điều này đòi hỏi sự hiện diện của các chức năng trình bày dữ liệu cộng thêm thông tin bổ sung vào các phép đo cảm biến cơ bản để đưa dữ liệu vào ngữ cảnh.

4.2.3 Kết nối dữ liệu

Sự liên lạc có thể thông qua một dây hoặc giao diện truyền qua không gian (không dây) và các giao thức truyền thông khác nhau có thể được sử dụng để liên lạc giữa các thực thể khác nhau. Cách trao đổi thông tin chính trong mạng đường trực là mạng dây. Ngoài ra, các nút cảm biến sử dụng giao tiếp qua dây trong một số cài đặt

nhất định, ví dụ như các cảm biến được triển khai trong một số tòa nhà. Giao tiếp không dây cung cấp nhiều lợi thế, trong số đó có hỗ trợ cho tính di động và dễ triển khai. Tuy nhiên, người ta phải đối phó với các vấn đề nhiễu tần số vô tuyến (RF) và việc nghe lén các đường truyền không dây dễ dàng hơn so với đường truyền có dây.

Internet sử dụng giao thức IP ở lớp mạng, nhưng liên lạc giữa một số thực thể trong mạng cảm biến – ví dụ: thông tin liên lạc giữa các nút cảm biến – có thể không dựa trên IP do chi phí tương đối lớn của IP. IEEE 802.15.4a, ZigBee và IEEE 802.11 là một số tiêu chuẩn truyền thông không dây thường được sử dụng để liên lạc giữa các nút cảm biến. Các tiêu chuẩn này xử lý các lớp vật lý (PHY) và lớp kiểm soát truy cập mức độ trung bình (MAC) của các giao thức. Tương tự như vậy, có một loạt các tiêu chuẩn có thể được sử dụng bởi một mạng truy cập. Trong trường hợp mạng truy cập có dây, Ethernet là tiêu chuẩn mạng cục bộ (LAN) đứng đầu. Có nhiều sự lựa chọn khi nói đến các tiêu chuẩn truyền thông không dây. Ví dụ bao gồm Bluetooth, mạng cục bộ không dây IEEE 802.11 (WLAN) và các tiêu chuẩn điện thoại di động, chẳng hạn như các tiêu chuẩn không dây 3G (ví dụ: Hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS) và Truy cập gói tốc độ cao (HSPA)) và các tiêu chuẩn không dây 4G (ví dụ: LTE và WiMAX).

Đương nhiên, khi nói đến giao tiếp dữ liệu, một nhà thiết kế cần chỉ định các giao thức khác được sử dụng ở các lớp cao hơn của mô hình OSI, đặc biệt là các lớp vận chuyển và lớp mạng. Mục đích của hướng dẫn này không phải là giải quyết tất cả các khía cạnh của giao tiếp dữ liệu, vì có nhiều tiêu chuẩn khác liên quan đến các khía cạnh đó.

4.2.4 Lưu trữ dữ liệu

Một nút cảm biến có thể có bộ lưu trữ để lưu trữ dữ liệu cảm biến thô/đã xử lý của nó trong một khoảng thời gian. Điều này rất hữu ích trong việc tìm kiếm các “xu hướng” của người dùng trong các dữ liệu thu được hoặc thông dụng hơn là được sử dụng cho các thuật toán xử lý dữ liệu mà thường cần nhiều hơn là chỉ dựa vào các kết quả cảm biến mới nhất.

Có tồn tại việc lưu trữ dữ liệu trong các thực thể khác của mạng cảm biến, ví dụ: cơ sở dữ liệu lịch sử của các sự kiện được duy trì bởi các nhà cung cấp dịch vụ.

4.2.5 Các trình điều khiển thiết bị phần cứng

Trình điều khiển thiết bị thường được sử dụng trong một hệ thống máy tính để cho phép liên lạc giữa máy tính và các thiết bị được kết nối với nó. Tương tự, chúng

có thể được tìm thấy trong các nút cảm biến để các nút có thể vận hành các cảm biến và bộ phận kích hoạt. Chúng hoạt động kết hợp với bộ xử lý tại nút cảm biến.

4.2.6 Xác định các cảm biến/bộ phận kích hoạt

Sự hiện diện và loại của các cảm biến và bộ phận kích hoạt tại một nút cảm biến có thể được xác định rõ thông qua Bảng dữ liệu điện tử đầu dò (TEDS) được xác định trong tiêu chuẩn ISO/IEC/IEEE 21450 và loạt tiêu chuẩn ISO/IEC/IEEE 21451 [1-2]. TEDS chứa thông tin về các định danh (ID) của cảm biến hoặc bộ phận kích hoạt, đơn vị vật lý (như độ C trong trường hợp nhiệt độ), phạm vi đo, hiệu chuẩn và vị trí (có thể được cập nhật bằng khả năng tự định vị như Hệ thống định vị toàn cầu (GPS) trong trường hợp cảm biến/thiết bị truyền động di động), thông tin do người dùng chỉ định, thông tin liên quan đến sản xuất, v.v... TEDS là một phương tiện tự nhận dạng và tự mô tả các cảm biến và bộ phận kích hoạt, cũng như tự cấu hình các hệ thống cảm biến. Nó đơn giản hóa việc cài đặt, nâng cấp và bảo trì các cảm biến và bộ phận kích hoạt trong các hệ thống, do đó cho phép cảm biến có khả năng “cắm và chạy” trong các thiết bị và trong mạng.

4.3 Lớp dịch vụ

4.3.1 Tổng quan

Các chức năng được mô tả trong Mục 4.3 được phân phối trên nhiều thực thể vật lý trong mạng cảm biến, bao gồm các nút cảm biến, nhà cung cấp dịch vụ và người dùng. Nói chung, một loạt các dịch vụ có sẵn trong một mạng cảm biến được sử dụng bởi các ứng dụng khác nhau chạy trên mạng cảm biến.

4.3.2 Các dịch vụ thông dụng

Các dịch vụ được mô tả dưới đây là các dịch vụ thông thường theo nghĩa mà chúng hỗ trợ đa dạng các ứng dụng của nút cảm biến.

4.3.2.1 Các chức năng hỗ trợ các kết nối

Giao tiếp và kết nối mạng yêu cầu một số chức năng hỗ trợ trên các lớp khác nhau của nhóm giao thức. Ví dụ, ở lớp PHY cần mã sửa lỗi. Ở lớp mạng có định tuyến, có thể được tính toán chuyên sâu trong các mạng cảm biến ad hoc và lưới. Việc hình thành mạng là một chức năng hỗ trợ truyền thông khác ở lớp mạng. Đây là một chức năng quan trọng trong các mạng cảm biến ad hoc và lưới, vì qua đó một nút cảm biến phát hiện ra ai là hàng xóm của nó mà nó có thể giao tiếp cùng.

4.3.2.2 Tự định vị vị trí

Thường thì dữ liệu cảm biến sẽ hữu ích và có ý nghĩa hơn nếu nó được gắn thẻ với thời gian và vị trí mà nó thu được dữ liệu. Đồng bộ hóa thời gian được nói đến trong Mục 4.3.2.7. Đối với gắn thẻ vị trí, một số nút cảm biến đắt tiền có thể có bộ thu GPS được cài đặt sẵn. Trong trường hợp đó, nút cảm biến sẽ biết vị trí của nó và thời gian thông qua việc nhận thông tin từ các vệ tinh GPS. Tổng quát hơn, các chức năng tương tự được cung cấp bởi Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu (GNSS). Tuy nhiên, GNSS sẽ chỉ hoạt động nếu máy thu GNSS ở trong Line-Of-Site (LOS) của ít nhất 4 vệ tinh GNSS. Do đó, GNSS sẽ hoạt động và cung cấp khả năng tự định vị nếu nút cảm biến được đặt ở ngoài trời, ngoại trừ giữa các tòa nhà cao tầng và nói chung là không có trong môi trường bị từ chối GPS/GNSS. Một nhược điểm khác của GPS/GNSS là mức tiêu thụ năng lượng cao, khiến nó không phù hợp với hầu hết các nút cảm biến dự kiến sẽ chạy bằng pin trong một thời gian dài.

May mắn thay, có các phương pháp khác mà các nút cảm biến có thể tự định vị. Đây là một lĩnh vực hiện đang được nghiên cứu và phát triển, nhưng có thể nói rằng có các phương pháp RF (ví dụ: Thời gian đến (TOA), Góc đến (AOA), phương pháp dựa trên Cường độ tín hiệu nhận được (RSS) và Nhận dạng tần số vô tuyến (RFID)), Đơn vị đo lường quán tính (IMU), từ kế, máy đo độ cao, radar Doppler và nhiều cảm biến khác có thể được sử dụng để định vị, đặc biệt là trong môi trường trong nhà. Nhiệm vụ kết hợp các đầu ra cảm biến khác nhau để đi đến ước tính chính xác vị trí nút cảm biến là một vấn đề hợp nhất dữ liệu, một lần nữa là chủ đề đang trong nghiên cứu.

Ngoài ra còn có các phương thức phối hợp định vị đưa ra vị trí của tất cả các nút cảm biến trong mạng thay vì giải quyết độc lập cho từng vị trí nút. Hướng giải quyết này cung cấp các giải pháp định vị chính xác hơn, do người ta có thể tận dụng các kiến thức hình học đơn giản như bất đẳng thức tam giác. Cần khẳng định lại là, có tồn tại cả thuật toán phối hợp định vị tập trung và phân tán.

4.3.2.3 Khám phá dịch vụ/tài nguyên

Giao thức khám phá dịch vụ (SDP) được sử dụng để xác định dịch vụ mạng cảm biến nào đang khả dụng. Ví dụ, người ta có thể muốn biết được xem hiện đang có một dịch vụ định vị điểm đỗ xe còn trống hay không khi một người đi vào một bãi đậu xe/tòa nhà. Đây chỉ là một ví dụ về một loạt các dịch vụ được gọi là Dịch vụ dựa trên vị trí (LBS). Kỹ thuật định vị Jini, Giao thức vị trí dịch vụ (SLP) và Giao

thức phát hiện dịch vụ đơn giản (SSDP) được sử dụng trong giao thức UPnP đều là một vài ví dụ về SDP.

4.3.2.4 Quản lý dữ liệu

Quản lý dữ liệu liên quan đến việc chia sẻ dữ liệu cảm biến để sử dụng bởi các dịch vụ của các mạng cảm biến khác nhau, đồng bộ hóa và hợp nhất dữ liệu, xử lý dữ liệu ở một mức độ nhất định. Nó cũng giải quyết các vấn đề quản lý cơ sở dữ liệu liên quan đến việc lưu trữ dữ liệu mạng cảm biến để sử dụng trong tương lai làm dữ liệu lịch sử.

4.3.2.5 Quản lý mã nguồn

Quản lý mã nguồn là quá trình quản lý các thay đổi đối với tài liệu, chương trình và thông tin khác được lưu trữ dưới dạng tệp máy tính trong một hệ thống thông tin. Nó cũng được gọi với tên khác là kiểm soát phiên bản, kiểm soát sửa đổi hoặc Quản lý cấu hình nguồn (SCM). Trong ngữ cảnh của các mạng cảm biến, các chương trình có thể là mã nguồn cho các thuật toán xử lý tín hiệu chạy trên dữ liệu cảm biến. Các thuật toán này có thể cần quyền truy cập vào lịch sử dữ liệu cảm biến, thông tin địa hình và các loại thông tin khác mà cần được cập nhật định kỳ. Khi các mã nguồn hoặc tệp dữ liệu mới được đưa ra, chúng cần được đẩy đến tất cả các thực thể chạy mã nguồn đó hoặc truy cập thông tin có trong các tệp dữ liệu đó. Việc sử dụng các phiên bản khác nhau của cùng một đoạn mã của các thực thể khác nhau có thể dẫn đến hậu quả không lường trước trong mạng cảm biến và các dịch vụ mà nó cung cấp.

4.3.2.6 Đồng bộ thời gian

Có một số chức năng trong một mạng cảm biến cần phải có thông tin về thời gian. Người ta đã chỉ ra rằng dữ liệu cảm biến thường hữu ích hơn khi nó đi cùng dấu thời gian. Điều đó sẽ yêu cầu đồng bộ hóa giữa các nút cảm biến. Đồng bộ hóa cũng có thể cần thiết cho việc giao tiếp dữ liệu khi các sơ đồ điều chế kết hợp được sử dụng ở lớp PHY của nhóm các giao thức. Như đã được nêu ở phần trên trong hướng dẫn này, một cách khác để có được thông tin về thời gian là sử dụng GPS/GNSS.

4.3.2.7 Quản lý nhóm

Trong một số trường hợp nhất định, tốt nhất là phân vùng các nút trong mạng cảm biến thành nhiều nhóm, còn được gọi là cụm. Ví dụ, sẽ hợp lý hơn khi mạng cảm biến được tạo thành từ nhiều nút cảm biến được phân phối trên một khu vực địa

lý rộng có các nhóm nút riêng biệt với mỗi nhóm bao gồm những thành viên ở trong một vùng gần nhau. Vì thường có mức độ tương quan cao trong dữ liệu thô được thu thập bởi các cảm biến trong các nút như vậy, các thành viên của mỗi nhóm như vậy có thể bầu một nút thành viên làm nút đứng đầu cụm. Công việc của nút đứng đầu cụm là thu thập dữ liệu thô thu được bởi các nút trong nhóm/cụm đó, xử lý dữ liệu đó và truyền đạt một bản tóm tắt ngắn gọn về dữ liệu đó với các nút đầu cụm khác hoặc các thực thể khác trong mạng cảm biến. Tóm tắt lại có thể bao gồm một số thống kê (trung bình, phương sai, trung vị, x-bách phân vị, tối thiểu, tối đa) của dữ liệu được thu thập bởi cụm. Điều này làm giảm gánh nặng giao tiếp dữ liệu. Thông thường, thông tin liên lạc trong một cụm trong mạng cảm biến không dây rất đơn giản và không yêu cầu định tuyến vì nút đầu cụm có khả năng giao tiếp trực tiếp với tất cả các nút trong cụm. Điều này đặt ra một ràng buộc về kích thước của một cụm. Bán kính của nó không được lớn hơn phạm vi liên lạc vô tuyến của các nút cảm biến. Các nút đứng đầu cụm từ các cụm khác nhau sau đó liên lạc với nhau và với các thực thể khác trong mạng – chẳng hạn như nhà cung cấp dịch vụ và người dùng – và trao đổi thông tin. Những trao đổi này có thể đi qua các cổng, mạng truy cập hoặc mạng đường trục. Phạm vi cho truyền thông giữa các cụm lớn hơn so với truyền thông nội cụm. Nút đầu cụm có thể giống hệt với tất cả các nút khác trong cụm hoặc nó có thể là một nút đặc biệt, mạnh hơn. Trong trường hợp thứ nhất, các nút đầu cụm cần sử dụng công suất truyền cao hơn để giao tiếp với các nút đầu cụm khác hoặc các thực thể mạng cảm biến khác. Điều này được thực hiện thông qua việc điều khiển công suất truyền, cũng được sử dụng cho việc điều khiển cấu trúc liên kết. Trong trường hợp thứ hai, nút đầu cụm có thể có một bộ phát sóng mạnh hơn cho phép nó giao tiếp trên khoảng cách lớn hơn các nút cảm biến thông thường.

Quản lý nhóm làm việc với cách các cụm được hình thành và duy trì. Có các hàm mục tiêu khác nhau có thể được tối ưu hóa để phân cụm. Ngoài các cân nhắc liên quan đến việc các nút cảm biến có dữ liệu tương quan và do đó là các ứng cử viên để được nhóm lại với nhau, có thể cân nhắc đến tiêu thụ năng lượng để tối ưu hóa tuổi thọ của mạng cảm biến. Khi một số nút cảm biến hoặc nút đầu cụm ngừng hoạt động vì bất kỳ lý do nào (hết pin hoặc hết phạm vi do tính cơ động của các nút cảm biến), thì một số bước phải được thực hiện để sửa chữa cụm và có thể hình thành cụm mới. Tất cả điều này được xử lý bởi dịch vụ quản lý nhóm.

4.3.3 Các dịch vụ miền cụ thể

Dịch vụ cho khu vực cụ thể hỗ trợ phát triển ứng dụng cho các phân khúc thị trường hoặc miền ứng dụng cụ thể. Ví dụ, nhu cầu bảo mật của các ứng dụng khác nhau có thể khác nhau tùy thuộc vào các vấn đề pháp lý, văn hóa, tổ chức và đạo đức liên quan đến ứng dụng. Điều này sẽ ảnh hưởng đến cách dữ liệu và thông tin liên quan đến ứng dụng đó cần được xử lý và bảo vệ. Cũng có thể có các loại xử lý dữ liệu và trình bày dữ liệu cụ thể theo yêu cầu của một miền ứng dụng cụ thể. Một ứng dụng quan trọng trong lĩnh vực bảo mật là phát hiện xâm nhập, như trong hệ thống cảnh báo trộm đa cảm biến.

4.4 Lớp ứng dụng

4.4.1 Tổng quan

Các chức năng được mô tả trong Mục 4.4 được phân phối trên nhiều thực thể vật lý trong mạng cảm biến, bao gồm các nút cảm biến, nhà cung cấp dịch vụ và người dùng. Mỗi ứng dụng mạng cảm biến phụ thuộc vào một số dịch vụ được cung cấp bởi lớp dịch vụ (xem Mục 4.3).

4.4.2 Các ứng dụng

Một ứng dụng mạng cảm biến thực hiện các hoạt động bổ sung giá trị trên dữ liệu cảm biến thô hoặc đã qua xử lý theo nhu cầu của người dùng và cung cấp đầu ra cuối cùng của các hoạt động này như một dịch vụ cho người dùng. Một số ứng dụng và dịch vụ mạng cảm biến đã được tính đến, và nhiều ứng dụng khác sẽ xuất hiện khi bắt đầu có nhiều cảm biến được kết nối mạng triển khai xung quanh chúng ta hơn. Ví dụ bao gồm các ứng dụng cho các lĩnh vực dịch vụ như chăm sóc sức khỏe, hệ thống giao thông thông minh (ITS), giám sát môi trường, quân sự, hậu cần và quản lý chuỗi cung ứng, năng lượng và tiện ích, chẳng hạn như hệ thống lưới điện thông minh.

Mô hình cho ứng dụng mạng cảm biến cần chỉ định các loại cảm biến có thể sử dụng bởi ứng dụng, độ chính xác của từng loại cảm biến, thuật toán xử lý tín hiệu lấy bất kỳ dữ liệu cảm biến thô hoặc đã qua xử lý nào có thể cho ứng dụng – có tính đến khả năng của việc mất mát gói tin trong hoạt động giao tiếp – và chuyển đổi nó thành thông tin cấp cao mà người dùng cần.

4.4.3 Tác nhân phần mềm

Một tác nhân phần mềm là một đoạn mã hoạt động thay mặt cho một ứng dụng mạng cảm biến hoặc người dùng với một mức độ tự chủ nhất định. Nó thường thực hiện công việc của nó dựa trên một mô tả cấp cao về những gì cần phải được thực hiện bởi ứng dụng hoặc người dùng mà không có hướng dẫn chi tiết. Có nhiều loại tác nhân phần mềm, bao gồm các tác nhân thông minh thể hiện một số khả năng học tập và suy luận, các tác nhân tự trị có khả năng sửa đổi cách thức đạt được mục tiêu của chúng, các tác nhân phân tán được thực thi trên các máy riêng biệt và các tác nhân di động có thể chuyển hoạt động của chúng vào các bộ xử lý khác nhau.

4.4.4 Hệ thống các quy tắc

Một hệ thống quy tắc, cơ bản là một hệ thống phần mềm hoặc cơ chế để thực thi một hoặc nhiều “quy tắc nghiệp vụ”. Các quy tắc nghiệp vụ có thể đến từ các quy định pháp lý, chính sách của công ty hoặc các nguồn khác. Chúng là những câu lệnh hướng nghiệp vụ đơn giản, mà số hóa các quyết định nghiệp vụ theo một cách nào đó, thường được diễn đạt rất đơn giản dưới dạng câu lệnh điều kiện nếu/thì. Ví dụ, trong bối cảnh ứng dụng mạng cảm biến cho lĩnh vực điện nước, sẽ có các quy tắc nghiệp vụ xác định khách hàng sẽ phải trả bao nhiêu tiền điện dựa trên các điều kiện được xác định trên nhiều loại cảm biến phản ánh mô hình cung và cầu. Một ví dụ khác là trong bối cảnh bảo mật dữ liệu. Có thể có một quy tắc nghiệp vụ yêu cầu mã hóa danh tính của người dùng di động trong LBS (location – based services) nhất định. Nói cách khác, các ứng dụng LBS có thể có quyền truy cập vào vị trí của người dùng di động ở một số địa điểm nhất định, chẳng hạn như tại một gian hàng tại một triển lãm thương mại, nhưng không phải là danh tính của người dùng.

4.4.5 Xử lý thông tin phối hợp

Một mạng cảm biến có thể hoạt động theo cách tập trung hoặc phân tán. Trong trường hợp đầu tiên, dữ liệu từ tất cả các nút cảm biến, dù là thô hay đã qua xử lý, được gửi đến một thực thể trung tâm xử lý dữ liệu và truyền từ nó một số thông tin cấp cao về môi trường được quan sát bởi mạng cảm biến. Nó có thể ở dạng một quyết định về một số hiện tượng cơ bản, ví dụ: sự hiện diện của các thể lực thù địch như được mô tả trong Mục 4.2.2, được gọi là vấn đề kiểm tra phát hiện hoặc giả thuyết, hoặc ước tính liên tục một số vật thể ngẫu nhiên, chẳng hạn như nhiệt độ nước ngẫu nhiên ở một vùng của đại dương, là một bài toán dự đoán. Quá trình này được gọi là hợp nhất dữ liệu bất kể tất cả các cảm biến cùng loại hay cảm biến có phương thức

khác nhau – chẳng hạn như âm thanh, địa chấn và quang học – có liên quan. Trong trường hợp tập trung, phản ứng tổng hợp dữ liệu diễn ra trong thực thể trung tâm. Trong trường hợp phân tán, không có thực thể trung tâm nào nhận và xử lý tất cả dữ liệu. Thay vào đó, các nút cảm biến trao đổi thông tin với hàng xóm của chúng, thực hiện một số thao tác tổng hợp dữ liệu và chu trình này lặp lại một số lần cho đến khi các quyết định. Điều này được gọi là phối hợp xử lý thông tin. Trong trường hợp này, mọi nút cảm biến có thể có quyết định/ước tính cuối cùng hoặc ít nhất là một số thông tin cấp cao về môi trường xung quanh dựa trên không chỉ các phép đo cảm biến của chính nó mà còn cả dữ liệu từ các nút cảm biến khác.

Thiết kế một mạng cảm biến hoạt động theo kiểu tập trung sẽ đơn giản hơn, nhưng gánh nặng giao tiếp dữ liệu cao hơn và mạng sẽ có một điểm thất bại duy nhất. Đó là, nếu thực thể xử lý trung tâm gặp lỗi, thì toàn bộ mạng bị lỗi. Việc thiết kế một mạng cảm biến hoạt động theo cách phân tán sẽ khó hơn, bởi vì không dễ để quyết định thông tin nào cần trao đổi với nút hàng xóm và cách xử lý dữ liệu sao cho các quyết định/ước tính sẽ tốt như với thiết kế tập trung hoặc ít nhất sẽ hữu ích. Tuy nhiên, mạng cảm biến phân tán sẽ dừng hoạt động từ từ hơn nếu một số nút cảm biến hoặc các thực thể khác trong mạng bị lỗi. Ngoài ra còn có các thiết kế lai trong đó tất cả dữ liệu được tạo bởi các nút cảm biến trong một khu vực địa lý hoặc trong một cụm được gửi đến một nút đầu cụm và được “hợp nhất” với nhau ở đó và sau đó các nút đầu cụm xử lý dữ liệu của chúng theo cách phân tán.

Mặc dù các thảo luận về so sánh giữa xử lý dữ liệu tập trung và phân tán đã xuất hiện trong “Lớp ứng dụng” của ED, nhưng các chức năng và sự hoạt động được mô tả ở trên không nhất thiết phải diễn ra trong lớp này. Một số chức năng và sự hoạt động này có thể diễn ra trong Lớp chức năng cơ bản hoặc Lớp dịch vụ.

V. TỔ CHỨC THỰC HIỆN

- Cục Tin học hóa - Bộ Thông tin và Truyền thông có trách nhiệm phổ biến, hướng dẫn thực hiện các nội dung của văn bản này; tổ chức kiểm tra việc tuân thủ các quy định của văn bản này; tham mưu cho Bộ Thông tin và Truyền thông xử lý các vấn đề phát sinh trong quá trình thực hiện văn bản này.

- Sở Thông tin và Truyền thông có trách nhiệm xây dựng Kiến trúc ICT phát triển đô thị thông minh của địa phương mình, trình Chủ tịch UBND tỉnh, thành phố ban hành sau khi có ý kiến góp ý của Bộ Thông tin và Truyền thông (Cục Tin học hóa).

- Sở Thông tin và Truyền thông các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương có trách nhiệm phổ biến, hướng dẫn thực hiện các nội dung của văn bản này cho các tổ chức, cá nhân tại địa phương; triển khai các nhiệm vụ được quy định tại văn bản này./.