

INTERNET VẠN VẬT: HIỆN TẠI VÀ TƯƠNG LAI

MỤC LỤC

Giới thiệu	1
1. Khung khái niệm về Internet vạn vật	3
1.1. Định nghĩa và các khái niệm.....	3
1.2. Viễn cảnh Internet vạn vật	5
2. Các ứng dụng Internet vạn vật	9
2.1. Thành phố thông minh	9
2.2. Năng lượng thông minh và lưới điện thông minh.....	11
2.3. Giao thông và di chuyển thông minh	13
2.4. Nhà ở thông minh, các tòa nhà và cơ sở hạ tầng thông minh	16
2.5. Nhà máy thông minh và sản xuất thông minh	17
2.6. Y tế thông minh.....	18
2.7. An ninh và theo dõi thực phẩm và nước	20
2.8. Cảm nhận tham gia.....	21
2.9. Mạng xã hội và IoT	23
3. Các công nghệ Internet vạn vật	23
3.1. Các xu thế công nghệ	23
3.2. Internet Vạn vật và những công nghệ Internet tương lai liên quan	24
3.3. Các công nghệ hỗ trợ IoT.....	29
3.4. Những định hướng Nghiên cứu và Đổi mới chiến lược của IoT	32
4. Tương lai của Internet vạn vật	43
4.1. Tiềm năng tăng trưởng	43
4.2. Tác động kinh tế.....	44
4.3. Những rào cản và thuận lợi	48
Kết luận	50
Tài liệu tham khảo	52

GIỚI THIỆU

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ Tư (I4.0) đang diễn ra sôi động trên thế giới với sự hội tụ của thế giới vật lý và thế giới ảo (kỹ thuật số), trong đó động lực cơ bản thúc đẩy cuộc cách mạng này là Internet vạn vật (Internet of Things - IoT) đang phát triển với tốc độ đang kinh ngạc.

Lợi ích tiềm tàng của Internet vạn vật dường như là vô tận và các ứng dụng Internet vạn vật đang thay đổi lối sống và cách làm việc của chúng ta bằng cách tiết kiệm thời gian và nguồn lực và mở ra các cơ hội mới cho tăng trưởng, đổi mới và sáng tạo tri thức. Internet vạn vật cho phép các tổ chức ở cả khu vực công và tư nhân quản lý hiệu quả tài sản, tối ưu hoạt động và phát triển các mô hình kinh doanh mới.

Các môi trường Internet vạn vật tích hợp và mở sẽ tăng khả năng cạnh tranh của các doanh nghiệp nhỏ và vừa và làm cho đời sống của người dân dễ dàng hơn. Ví dụ, sẽ dễ dàng hơn cho bệnh nhân được chăm sóc liên tục và cho các công ty tạo nguồn hiệu quả các thành phần cho các sản phẩm của họ. Điều này sẽ dẫn đến các dịch vụ tốt hơn, tiết kiệm và sử dụng tài nguyên thông minh hơn.

Là một công cụ quan trọng liên kết giữa các thiết bị và hoạt động như một công cụ tạo khả năng cơ bản của một xã hội kết nối mức độ cao, Internet vạn vật có tiềm năng to lớn trong việc hỗ trợ xã hội đang già hóa, cải thiện hiệu quả năng lượng và tối ưu tất cả các dạng di chuyển và vận tải. Internet vạn vật đang được bổ sung với các tiếp cận như các hệ thống thực-ảo, các công nghệ đám mây, dữ liệu lớn và các mạng tương lai như 5G. Thành công của Internet vạn vật sẽ phụ thuộc vào sự phát triển hệ sinh thái, được hỗ trợ bằng một môi trường pháp lý phù hợp và bầu không khí của sự tin tưởng, ở đó các vấn đề như nhận dạng, tin cậy, riêng tư, an ninh và khả năng tương tác ngữ nghĩa có giá trị sống còn.

Để giúp bạn đọc có được những hiểu biết cơ bản về vai trò và những ứng dụng Internet vạn vật trong phát triển kinh tế-xã hội, Cục Thông tin khoa học và công nghệ quốc gia biên soạn tổng luận **Internet vạn vật: Hiện tại và tương lai** với những nội dung cơ bản về ứng dụng, công nghệ và triển vọng của Internet vạn vật trong tương lai không xa.

Xin trân trọng giới thiệu.

**CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ
CÔNG NGHỆ QUỐC GIA**

CÁC CHỮ VIẾT TẮT

- API - Giao diện lập trình ứng dụng (Application Programming Interface)
- CNTT- Công nghệ thông tin
- IERC - Trung tâm Nghiên cứu IoT châu Âu (European Internet of Things Research Cluster)
- IoT - Internet vạn vật (Internet of Things)
- LTE - Tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution)
- M2M - Máy - Máy (tương tác) (Machine-to-Machine)
- MEMS - Hệ thống vi cơ điện tử (Micro-Electro-Mechanical Systems)
- PLC - Bộ điều khiển logic khả trình (Programmable Logic Controller),
- RFID - Nhận dạng bằng tần số vô tuyến (Radio-frequency identification)
- SRIA - Chương trình Nghiên cứu và Đổi mới sáng tạo Chiến lược (Strategic Research and Innovation Agenda)

1. KHUNG KHÁI NIỆM VỀ INTERNET VẠN VẬT

1.1. Định nghĩa và các khái niệm

Internet vạn vật (Internet of Things - IoT) là một phần tích hợp của Internet Tương lai bao gồm các phát triển Internet và mạng hiện tại và tiến hóa và có thể được định nghĩa theo khái niệm là một cơ sở hạ tầng mạng động toàn cầu với các khả năng tự định hình dựa trên các giao thức liên lạc tiêu chuẩn và tương tác, nơi "vạn vật" hữu hình và ảo có các đặc tính, thuộc tính vật lý, và tính cá nhân ảo, sử dụng các giao diện thông minh và được tích hợp vào mạng thông tin một cách thông suốt.

Trong IoT, "vạn vật/đối tượng thông minh" sẽ trở thành những đối tượng tham gia tích cực vào kinh doanh, các quá trình thông tin và xã hội, nơi chúng được tạo khả năng để tương tác và giao tiếp giữa chúng với nhau và với môi trường bằng cách trao đổi dữ liệu và thông tin "cảm nhận được" về môi trường, trong khi tự động phản ứng với các sự kiện "thế giới vật chất/thực tế" và tác động đến nó bằng cách thực hiện các quy trình kích hoạt các hành động và tạo ra các dịch vụ có hoặc không có sự can thiệp trực tiếp của con người.

Các dịch vụ sẽ có thể tương tác với những "vật thể/đối tượng thông minh" bằng cách sử dụng các giao diện tiêu chuẩn cung cấp liên kết cần thiết thông qua Internet, truy vấn và thay đổi trạng thái của chúng và truy xuất mọi thông tin liên quan đến chúng, có tính đến các vấn đề bảo mật và riêng tư.

Internet vạn vật sử dụng các thiết bị cảm biến, bộ truyền động và công nghệ truyền dữ liệu gắn kết với các thực thể vật lý - từ các thiết bị đường bộ đến máy tạo nhịp tim - cho phép những vật thể này được theo dõi, phối hợp hoặc được kiểm soát thông qua một mạng dữ liệu hay Internet. Có ba bước trong các ứng dụng của IoT đó là: thu thập dữ liệu từ vật thể (ví dụ, đơn giản như dữ liệu vị trí hay các thông tin phức tạp hơn), tập hợp thông tin đó thông qua một mạng dữ liệu, và hành động dựa trên các thông tin đó (thực hiện hành động ngay lập tức hoặc tập hợp dữ liệu theo thời gian để thiết kế các cải tiến quy trình). Internet vạn vật cũng có thể dùng để tạo ra các giá trị theo nhiều phương thức khác nhau. Ngoài việc cải thiện năng suất trong các hoạt động hiện thời, IoT có thể cho phép tạo ra các sản phẩm, dịch vụ và chiến lược mới chẳng hạn như các bộ cảm biến từ xa có thể tạo ra các mô hình giá chi tiêu tùy khả năng giống như Zipcar.

Phạm vi công nghệ IoT trải rộng từ các thẻ nhận dạng đơn giản đến cảm biến và thiết bị truyền động phức tạp. Các thẻ nhận dạng bằng tần số vô tuyến (RFID) có thể được gắn với hầu hết các vật thể. Các thiết bị đa cảm biến và thiết bị truyền động tinh vi để truyền các dữ liệu có liên quan đến vị trí, hiệu suất, môi trường và

các trạng thái hiện đang ngày càng phổ biến. Với các công nghệ mới hiện đại như các hệ thống vi cơ điện tử (MEMS), có thể đặt nhiều thiết bị cảm biến tinh vi trong hầu như mọi vật thể (thậm chí trong cơ thể con người). Và do chúng được sản xuất ra bằng quy trình chế tạo giống với chất bán dẫn nên giá thành MEMS hiện đang giảm nhanh chóng.

Với các công nghệ IoT ngày càng tinh vi đang trở nên phổ biến hiện nay, các công ty không chỉ có thể theo dõi luồng sản phẩm hoặc kiểm tra các tài sản hữu hình, mà còn có thể quản lý hiệu suất làm việc của từng thiết bị máy móc và hệ thống, ví dụ như là theo dõi và quản lý một dây chuyền lắp ráp toàn bộ các bộ phận của robot hoặc máy móc nào đó. Các thiết bị cảm biến cũng có thể được nhúng trong cơ sở hạ tầng cơ sở, ví dụ như, bộ cảm biến từ tính đặt trên đường có thể đếm chính xác số lượng các loại phương tiện xe chạy qua, có thể hiệu chỉnh theo thời gian thực thời gian tín hiệu giao thông. Quan trọng không kém các cảm biến và các thiết bị truyền động này là các kết nối thông tin liên lạc dữ liệu để truyền dữ liệu này và các chương trình mã hóa, bao gồm các phân tích dữ liệu lớn, làm cho dữ liệu trở nên có ý nghĩa.

Hơn nữa, các ứng dụng của IoT tính đến cả các thiết lập hệ điều khiển khép kín trong các hoạt động có thể tự động kích hoạt dựa trên các dữ liệu do thiết bị cảm biến đóng gói. Ví dụ, trong các ngành công nghệ chế biến, các hệ thống dựa trên thiết bị cảm biến có thể tự động phản ứng với các tín hiệu đầu vào và hiệu chỉnh các quá trình xử lý lưu lượng sao cho phù hợp. Chúng có thể thay đổi đèn tín hiệu giao thông sang màu xanh khi một cảm biến trong vỉa hè báo hiệu các phương tiện ô tô bị ùn tắc kéo dài ở các điểm ngã ba, ngã tư, hoặc cảnh báo bác sỹ khi nhịp tim của bệnh nhân hiển thị bất thường trên màn hình máy giám sát từ xa.

Hãng chuyển phát nhanh FedEx hiện đang cung cấp một chương trình có thể cho phép khách hàng theo dõi các công việc đóng gói hàng hóa gần như liên tục bằng cách đặt một thiết bị nhỏ (có kích thước khoảng bằng một chiếc điện thoại di động) vào bên trong kiện hàng. Thiết bị này gồm cả một hệ thống định vị toàn cầu và một bộ cảm biến để giám sát nhiệt độ, độ ẩm, áp suất khí quyển và phơi sáng, đây là hai thiết bị có tính quyết định đến hàng hóa vận chuyển bằng đường thủy như các mẫu sinh vật học và các thiết bị điện tử nhạy cảm. Các thiết bị này được lập trình để chuyển thông tin vị trí và trạng thái khí quyển theo định kỳ để khách hàng có thể biết chính xác vị trí hàng hóa và tình trạng gói hàng của họ và biết được ngay lập tức khi chúng bị lạc hoặc gặp tình trạng nguy hiểm. Dạng dữ liệu liên tục khả dụng đầy triển vọng này có ý nghĩa lớn đối với các công ty có chuỗi cung ứng phức tạp.

Các ứng dụng cơ bản của IoT hiện đã được triển khai thực tế. Một trong những ứng dụng lớn nhất cho đến nay là sử dụng RFID để theo dõi lưu lượng của nguyên liệu thô, các thiết bị phụ tùng và hàng hoá thông qua việc sản xuất và phân phối. Các thẻ theo dõi này sẽ truyền tín hiệu vô tuyến để có thể xác định vị

trí của chúng. Vì vậy, ví dụ như khi một sản phẩm đã được gắn thẻ được đưa khỏi nhà máy, các máy tính có thể theo dõi địa điểm của nó ở bất kỳ thời điểm nào.

Bằng cách sử dụng các thông tin đó, công ty có thể nhận ra các trở ngại, quản lý thời gian cung cấp thiết bị linh kiện vào trong hệ thống, hoặc lên danh mục các xe chuyên chở hàng hóa thành phẩm. Các thẻ RFID được gắn trên các thùng chứa hàng và các hộp chứa để theo dõi các sản phẩm khi chúng được đưa vào các kệ chứa trong nhà kho, các trung tâm vận chuyển và thậm chí khi sản phẩm đã đến tay người tiêu dùng (trong các trường hợp có đưa thẻ theo dõi vào các gói hàng). Việc theo dõi lưu lượng hàng hóa này sẽ cho phép các công ty có thể thắt chặt các chuỗi cung ứng và phòng tránh đọng hàng tồn kho quá nhiều. Các thẻ RFID cũng được sử dụng trong các hệ thống thu phí tự động E-ZPass, giúp đẩy nhanh luồng giao thông trên các con đường và cầu đường bộ.

1.2. Viễn cảnh Internet vạn vật

Viễn cảnh của Internet Tương lai dựa trên các giao thức liên lạc tiêu chuẩn xem xét đến việc sáp nhập các mạng máy tính, Internet vạn vật (IoT), Internet Con người (IoP), Internet Năng lượng (IoE), Internet Truyền thông (IoM) và Internet Dịch vụ (IoS) vào một nền tảng công nghệ thông tin toàn cầu chung của các mạng thông suốt và các "vật thể/đối tượng thông minh" được kết nối.

Internet Năng lượng (IoE) được định nghĩa là một cơ sở hạ tầng mạng động kết nối mạng năng lượng với Internet cho phép các đơn vị năng lượng (được tạo ra, lưu trữ và chuyển tiếp tại địa phương) được cấp phát khi nào và ở đâu cần thiết. Do vậy, các thông tin/số liệu liên quan sẽ theo các luồng năng lượng thực hiện việc trao đổi thông tin cần thiết cùng với việc truyền năng lượng.

Internet Dịch vụ (IoS) là một thành phần dựa trên phần mềm sẽ được phân phối qua các mạng và Internet khác nhau. Các nghiên cứu về SOA (kiến trúc hướng dịch vụ), Web/doanh nghiệp 3.0/X.0, khả năng tương tác doanh nghiệp, Web dịch vụ, các dịch vụ lưới và Web ngữ nghĩa sẽ giải quyết các vấn đề quan trọng của bài toán IoS, đồng thời cải thiện sự hợp tác giữa các nhà cung cấp và người sử dụng dịch vụ.

Internet Truyền thông (IoM) sẽ giải quyết những thách thức trong khả năng mở rộng mã hoá video và xử lý video 3D, tự động thích ứng với các điều kiện mạng sẽ làm tăng các ứng dụng mới như các trò chơi điện tử di động nhiều người tham gia, rạp chiếu phim kỹ thuật số và các thế giới ảo đặt các loại nhu cầu lưu lượng mới trên các kiến trúc mạng di động.

Internet Con người (IoP) kết nối cộng đồng những người sử dụng ngày một tăng trong khi vẫn liên tục tăng cường khả năng thao tác của họ, duy trì sự kiểm soát của họ đối với các hoạt động trực tuyến của họ và duy trì sự tự do trao đổi các ý tưởng. IoP cũng cung cấp các phương tiện để tạo điều kiện cho cuộc sống

hàng ngày của người dân, cộng đồng, các tổ chức, cho phép đồng thời tạo ra mọi loại hình kinh doanh và xóa bỏ rào cản giữa người tạo ra thông tin và người sử dụng thông tin (khái niệm người sản xuất và sử dụng thông tin - prosumer).

Internet vạn vật (IoT) cùng với những phát triển Internet mới nổi khác như Internet Năng lượng, Truyền thông, Con người, Dịch vụ, Kinh doanh/Doanh nghiệp là xương sống của nền kinh tế kỹ thuật số, xã hội số và nền tảng cho nền kinh tế tri thức trong tương lai và xã hội đổi mới sáng tạo. Những phát triển của IoT cho thấy rằng chúng ta sẽ có 16 tỷ thiết bị được kết nối vào năm 2020, trung bình sẽ có tới 6 thiết bị cho mỗi người trên Trái đất và nhiều hơn cho mỗi người trong các xã hội số. Các thiết bị như điện thoại thông minh và liên lạc máy với máy hoặc đồ vật với đồ vật sẽ là các động lực chính cho IoT phát triển hơn nữa.

Các cảm biến nối mạng không dây trong mọi thứ chúng ta có sẽ tạo thành một Web mới. Nhưng nó sẽ chỉ có giá trị nếu hàng tỷ bit dữ liệu mà nó tạo ra có thể được thu thập, phân tích và giải nghĩa. Hệ quả trực tiếp đầu tiên của IoT là việc tạo ra một khối lượng dữ liệu khổng lồ, khi mọi đối tượng vật lý hoặc ảo kết nối với IoT có thể có một cặp song sinh số trong đám mây (điện toán), có thể tạo ra các bản cập nhật thường xuyên. Kết quả là, khối lượng tin liên quan đến người tiêu dùng IoT có thể dễ dàng đạt từ 1.000 đến 10.000 mỗi người mỗi ngày.

Sự đóng góp của IoT sẽ phụ thuộc vào giá trị tăng lên của thông tin được tạo ra bởi số lượng các liên kết giữa các sự vật và sự chuyển đổi thông tin được xử lý thành kiến thức vì lợi ích của nhân loại và xã hội. IoT có thể cho phép người và đồ vật kết nối mọi nơi, mọi lúc, với mọi thứ và mọi người, sử dụng một cách lý tưởng nhất mọi đường dẫn/mạng và mọi dịch vụ.

Viễn cảnh chính xác về Internet vạn vật sẽ là gì và kiến trúc cuối cùng của nó sẽ như thế nào, đến nay vẫn chưa có một đáp án thống nhất. Mạng của các các mạng trong tương lai có thể được triển khai dưới dạng các hạ tầng công/tư và được mở rộng và cải tiến tự động qua các điểm biên được tạo ra bởi "vạn vật" kết nối với nhau. Thực tế, trong các giao tiếp IoT có thể diễn ra không chỉ giữa những sự vật mà còn giữa con người và môi trường của họ.

Viễn cảnh của IoT được xây dựng từ những vật thể/đối tượng thông minh cần giải quyết các vấn đề liên quan đến kiến trúc, thiết kế và phát triển hệ thống, quản lý tổng hợp, mô hình kinh doanh và sự tham gia của con người. Tầm nhìn này sẽ phải tính đến sự tích hợp các hệ thống và liên lạc kế thừa. Các chủ đề như cân bằng chính xác sự phân bố chức năng giữa những vật thể thông minh và cơ sở hạ tầng hỗ trợ, mô hình và biểu hiện trí tuệ của các đối tượng thông minh và các mô hình lập trình là những thành phần quan trọng có thể được giải quyết bằng cách phân loại các đối tượng/vật thể thông minh như: Các đối tượng nhận thức về hoạt động, các đối tượng nhận thức về chính sách, và các đối tượng nhận thức quy

trình. Những loại hình này thể hiện sự kết hợp cụ thể của ba chiều cấu trúc với mục đích nêu bật sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các quyết định thiết kế và khám phá các đối tượng thông minh làm sao có thể hợp tác để tạo thành "Internet của các đối tượng thông minh".

Ví dụ, trong viễn cảnh IoT được xây dựng bởi các đối tượng thông minh, có khả năng cảm nhận, diễn giải, và phản ứng với các sự kiện xung quanh. Trong viễn cảnh này, bằng cách nắm bắt và diễn giải các hành động của người dùng, các đồ vật thông minh sẽ có thể nhận thức chỉ dẫn môi trường của chúng, phân tích các quan sát của chúng và liên lạc với các đối tượng khác và Internet. Internet mới này sẽ cùng tồn tại và gắn bó mật thiết với Internet thông tin và dịch vụ.

Sử dụng kiến thức thực tế về các mức độ kết nối mạng, cũng như mức dịch vụ sẽ cho phép tối ưu hóa các hệ thống theo hướng nâng cao hiệu suất, trải nghiệm người dùng tốt hơn, cũng như hướng tới hiệu quả sử dụng năng lượng cao hơn.

Việc giải quyết các yếu tố như: Hợp nhất, Nội dung, Lưu trữ, Tính toán, Liên lạc và Kết nối có ý nghĩa quan trọng để cho phép liên kết thông suốt giữa con người với đồ vật và/hoặc giữa đồ vật với nhau. Internet Vạn vật có thể hàm ý một sự tương tác cộng sinh giữa thế giới thực/vật lý và thế giới số/ảo: các thực thể vật lý có các đối tác số và đại diện ảo; Vạn vật đều nhận thức được bối cảnh và chúng có thể cảm nhận, giao tiếp, tương tác, trao đổi dữ liệu, thông tin và kiến thức. 'Vạn vật' chỉ có thể nhận thức được bối cảnh, cảm nhận, giao tiếp, tương tác, trao đổi dữ liệu, thông tin và kiến thức nếu chúng được trang bị một cách phù hợp với các công nghệ kết nối đối tượng thích hợp; Tất nhiên trừ khi chúng là những "vật thể" con người hay những thực thể khác có những khả năng nội tại này.

Trong viễn cảnh này, thông qua việc sử dụng các thuật toán ra quyết định thông minh trong các ứng dụng phần mềm, các phản ứng nhanh phù hợp có thể dành cho các hiện tượng vật lý, dựa trên những thông tin mới nhất thu thập được về các thực thể vật lý và sự cân nhắc các khuôn mẫu trong dữ liệu lịch sử, hoặc cho cùng một thực thể hoặc cho các thực thể tương tự. Điều này tạo ra các cơ hội mới để đáp ứng các yêu cầu kinh doanh, tạo ra các dịch vụ mới dựa trên dữ liệu thế giới vật lý thời gian thực, các hiểu biết sâu sắc về các quy trình và các mối quan hệ phức tạp, xử lý các sự cố, giải quyết sự suy thoái môi trường (ví dụ ô nhiễm, thảm họa, sóng thần, nóng lên toàn cầu), giám sát các hoạt động của con người (sức khỏe, vận động, ...), cải thiện tính toàn vẹn cơ sở hạ tầng (năng lượng, giao thông ...) và giải quyết các vấn đề tiết kiệm năng lượng (đo lường năng lượng thông minh trong các tòa nhà, tiêu thụ năng lượng hiệu quả trong ô tô ...)

Tất cả mọi thứ từ cá nhân, nhóm, cộng đồng, đối tượng, sản phẩm, dữ liệu, dịch vụ, quy trình có thể sử dụng mạng liên lạc được cung cấp bởi những đối

tượng/đồ vật thông minh. Trong IoT, kết nối sẽ trở thành một loại hàng hóa, có cho tất cả mọi người với chi phí rất thấp và không thuộc sở hữu của bất kỳ cá nhân nào. Trong bối cảnh này, sẽ cần phải tạo ra môi trường phát triển nhận thức đúng đắn để kích thích việc tạo ra các dịch vụ và phần trung gian thông minh thích hợp để hiểu và giải nghĩa thông tin, để đảm bảo tránh bị gian lận và tấn công gây hại (điều chắc chắn sẽ tăng khi Internet ngày càng được sử dụng nhiều hơn) và đảm bảo sự riêng tư.

Việc thu thập dữ liệu, thông tin và kiến thức và sự kiện trong thế giới thực ngày càng trở nên dễ dàng hơn với các mạng cảm biến, chia sẻ truyền thông xã hội, dịch vụ định vị, và các ứng dụng IoT mới nổi. Việc thu thập và sử dụng kiến thức được thực hiện trong nhiều trường hợp ở cấp ứng dụng và các mạng phần lớn không đồng nhất về những gì đang xảy ra xung quanh các đầu cuối kết nối với Internet.

Các thiết bị gia dụng kết nối Internet sẽ tăng đáng kể trong thập kỷ tới, với thiết bị mạng máy tính chiếm đa số trong thiết bị gia đình, khoảng 75% trong năm 2010, và giảm xuống 25% vào năm 2020.

Những các thông tin thực tế vào các mạng, dịch vụ và ứng dụng là một trong những mục tiêu của công nghệ IoT bằng cách sử dụng các công nghệ hỗ trợ như cảm biến không dây và mạng thiết bị truyền động, thiết bị IoT, các cụm thiết bị rộng khắp và RFID. Các hệ thống tự trị này sẽ tự động kết nối mạng với nhau, với môi trường và bản thân hạ tầng mạng. Các nguyên tắc mới cho tính tự lập, phân tích các hành vi mới xuất hiện, các phương pháp nền tảng dịch vụ, các công nghệ tạo khả năng mới, cũng như các ý tưởng dựa trên nền tảng công nghệ Web sẽ tạo thành cơ sở cho hành vi "nhận thức" mới này.

Theo viễn cảnh này với sử dụng trí thông minh trong cơ sở hạ tầng mạng hỗ trợ, vạn vật sẽ có thể tự quản lý sự di chuyển của chúng, thực hiện các quy trình tự động hoàn toàn và do đó tối ưu hóa hoạt động hậu cần; Chúng phải có khả năng khai thác năng lượng cần thiết; Chúng sẽ tự cấu trúc khi tiếp xúc với môi trường mới, và thể hiện hành vi "thông minh/nhận thức" khi phải đối mặt với những đồ vật khác và giải quyết tình huống không lường trước một cách thông suốt; và, cuối cùng, chúng có thể quản lý việc tháo dỡ và tái chế của mình, giúp bảo vệ môi trường, khi kết thúc vòng đời của chúng.

Hạ tầng của IoT cho phép kết hợp các đối tượng thông minh (tức là cảm biến không dây, robot di động, ...), công nghệ mạng cảm biến, và con người, sử dụng các giao thức truyền thông khác nhau nhưng có thể tương tác và tạo thành một mạng không đồng nhất/đa hình thái động có thể được triển khai trong các không gian không thể tiếp cận được hoặc từ xa (giàn khoan dầu, mỏ, rừng, đường hầm, đường ống ...) hoặc trong trường hợp khẩn cấp hoặc các tình huống nguy hiểm

(động đất, lửa, lũ lụt, khu vực chiếu xạ ...). Trong hạ tầng này, các thực thể khác nhau hay "vạn vật" khám phá và khai thác lẫn nhau và học cách tận dụng lợi thế dữ liệu của nhau bằng cách tổng hợp các tài nguyên và làm tăng đáng kể phạm vi và độ tin cậy của các dịch vụ tạo ra.

2. CÁC ỨNG DỤNG INTERNET VẠN VẬT

Đến nay, chúng ta chưa thể hình dung được tất cả các ứng dụng IoT tiềm năng trong tâm trí về sự phát triển công nghệ và nhu cầu đa dạng của người sử dụng tiềm năng. Dưới đây chỉ là một số ứng dụng quan trọng có thể thấy được. Các ứng dụng này được mô tả, xác định những thách thức nghiên cứu. Các ứng dụng IoT đang tập trung vào đáp ứng các nhu cầu xã hội và những tiến bộ đối với các công nghệ tạo khả năng như điện tử nano và các hệ thống vật lý - không gian mạng tiếp tục bị thách thức bởi nhiều vấn đề kỹ thuật (khoa học và kỹ thuật), thể chế và kinh tế.

Danh sách này giới hạn trong các ứng dụng do Trung tâm Nghiên cứu IoT châu Âu (IERC) lựa chọn làm các ưu tiên cho những năm tiếp theo và nó đưa ra những thách thức nghiên cứu cho các ứng dụng này. Mặc dù bản thân các ứng dụng có thể khác nhau, nhưng những thách thức nghiên cứu thường giống hoặc tương tự như nhau.

2.1. Thành phố thông minh

Đến năm 2020, chúng ta sẽ thấy sự phát triển của những hành lang Siêu thành phố và các thành phố kết nối mạng, hợp nhất và có thương hiệu. Với hơn 20% dân số thế giới dự kiến sẽ sống ở các đô thị vào năm 2025, quá trình đô thị hóa sẽ là một xu hướng sẽ tác động đến cuộc sống và tính di động của các cá nhân trong tương lai. Việc mở rộng ranh giới thành phố nhanh chóng, do sự gia tăng dân số và phát triển cơ sở hạ tầng, sẽ buộc các ranh giới thành phố mở ra bên ngoài và bao trùm lên các thành phố vệ tinh xung quanh để tạo thành các Siêu thành phố, với dân số trên 10 triệu người. Đến năm 2023, sẽ có 30 siêu thành phố trên toàn cầu, với 55% số đó là ở các nền kinh tế đang phát triển như Ấn Độ, Trung Quốc, Nga và Mỹ Latinh. Điều này sẽ dẫn đến sự phát triển của các thành phố thông minh với tám tính năng thông minh, bao gồm: Kinh tế thông minh (Smart Economy), Tòa nhà thông minh (Smart Buildings), Di chuyển thông minh (Smart Mobility), Năng lượng thông minh (Smart Energy), Công nghệ thông tin và Truyền thông thông minh (Smart Information Communication and Technology), Quy hoạch thông minh (Smart Planning), Công dân thông minh (Smart Citizen) và Chính phủ thông minh (Smart Governance). Vào năm 2025, thế giới sẽ có khoảng 40 thành phố thông minh.

Vai trò của chính quyền thành phố sẽ đặc biệt quan trọng để triển khai IoT. Vận hành các hoạt động hàng ngày của thành phố và tạo ra chiến lược phát triển đô thị sẽ thúc đẩy việc sử dụng IoT. Do đó, các thành phố và dịch vụ của chúng là một nền tảng gần như lý tưởng cho nghiên cứu IoT, có tính đến các yêu cầu của thành phố và biến chúng thành các giải pháp được hỗ trợ bằng công nghệ IoT. Ở Châu Âu, các sáng kiến thành phố thông minh nhất tập trung hoàn toàn vào IoT được thực hiện theo dự án Smart Santander của Chương trình Nghiên cứu khung 7 (PF7). Dự án này nhằm mục đích triển khai một cơ sở hạ tầng IoT bao gồm hàng ngàn thiết bị IoT trải khắp một số thành phố (Santander, Guildford, Luebeck và Belgrade). Điều này sẽ cho phép đồng thời phát triển và đánh giá các dịch vụ và thực hiện các thí nghiệm nghiên cứu khác nhau, qua đó hỗ trợ tạo ra một môi trường thành phố thông minh.

Tương tự, dự án OUTSMART, một trong những dự án Internet Tương lai trong PF7, tập trung vào các tiện ích và môi trường ở các thành phố và giải quyết vai trò của IoT trong quản lý nước thải, chiếu sáng công cộng và các hệ thống giao thông cũng như giám sát môi trường.

Dự án BUTLER đề xuất một tầm nhìn về thành phố thông minh như là "miền ngang", trong đó nhiều kịch bản theo chiều dọc được tích hợp và đồng bộ để tạo khả năng cho khái niệm về cuộc sống thông minh. Một kịch bản ngang dẫn đến việc sử dụng các công nghệ truyền thông không đồng nhất và buộc người sử dụng tương tác với các dịch vụ IoT thông suốt và phổ biến. Trong bối cảnh này, có rất nhiều thách thức nghiên cứu quan trọng đối với các ứng dụng IoT thành phố thông minh:

- Khắc phục phương thức tổ chức theo hình ống truyền thống của các thành phố, với mỗi đơn vị chịu trách nhiệm cho thế giới khép kín của họ. Mặc dù không phải là vấn đề công nghệ, nhưng đây là một trong những rào cản chính
- Tạo các thuật toán và đề án để mô tả thông tin được tạo ra bởi cảm biến trong các ứng dụng khác nhau để cho phép trao đổi thông tin hữu ích giữa các đơn vị khác nhau của thành phố
- Các cơ chế cho việc triển khai hiệu quả về chi phí và thậm chí duy trì quan trọng hơn các thiết bị này, bao gồm thu thập năng lượng
- Đảm bảo việc đọc tin cậy từ vô số bộ cảm biến và hiệu chuẩn hiệu quả của một số lượng lớn các cảm biến được triển khai ở khắp mọi nơi từ cột đèn đến thùng rác
 - Giao thức và thuật toán năng lượng thấp
 - Các thuật toán để phân tích và xử lý dữ liệu thu được trong thành phố và làm cho nó trở nên "có nghĩa".
 - Triển khai và tích hợp IoT quy mô lớn.

2.2. Năng lượng thông minh và lưới điện thông minh

Nhận thức của công chúng ngày càng cao về mô hình chính sách thay đổi của chúng ta trong cung cấp, tiêu thụ và cơ sở hạ tầng năng lượng. Vì một số lý do, cung cấp năng lượng trong tương lai của chúng ta không còn phải dựa vào nguồn tài nguyên hóa thạch. Năng lượng hạt nhân cũng không phải là một lựa chọn trong tương lai. Kết quả là việc cung cấp năng lượng trong tương lai cần được dựa chủ yếu vào các nguồn tái tạo khác nhau. Chúng ta phải hướng sự tập trung ngày càng nhiều vào hành vi tiêu thụ năng lượng của chúng ta. Do tính chất dễ biến mất nên việc cung cấp này đòi hỏi một mạng lưới điện thông minh và linh hoạt có thể phản ứng với những biến động nguồn điện bằng cách kiểm soát các nguồn năng lượng điện (phát điện, lưu trữ) và những nơi tiêu thụ (tải, lưu trữ) và bằng cách tái cấu trúc một cách thích hợp. Các chức năng như vậy sẽ dựa trên các thiết bị thông minh được kết nối mạng (thiết bị gia đình, thiết bị vi sóng, cơ sở hạ tầng, sản phẩm tiêu dùng) và các thành phần hạ tầng mạng lưới, chủ yếu dựa trên các khái niệm IoT. Mặc dù điều này đòi hỏi sự hiểu biết sâu sắc về mức tiêu thụ năng lượng tức thời của các phụ tải riêng lẻ (ví dụ: thiết bị, đồ dùng hoặc máy móc công nghiệp) thông tin về việc sử dụng năng lượng ở mức từng khách hàng là cách tiếp cận phù hợp đầu tiên.

Các lưới điện trong tương lai được đặc trưng bởi một số lượng lớn các nguồn năng lượng và nhà máy điện phân tán quy mô nhỏ và trung bình có thể được kết hợp hầu như ngẫu nhiên với các nhà máy điện ảo; Hơn nữa trong trường hợp mất điện hoặc thiên tai, các khu vực nhất định có thể bị cách ly khỏi lưới điện và được cung cấp bằng các nguồn năng lượng nội bộ như quang điện trên mái nhà, các nhà máy nhiệt và điện theo khối hoặc các kho năng lượng của một khu dân cư ("biệt lập"). Một thách thức lớn đối với các công nghệ tạo khả năng như các hệ thống vật lý - không gian mạng (thực-ảo) là việc thiết kế và triển khai một hạ tầng hệ thống năng lượng có khả năng sản xuất và phân phối điện năng không gián đoạn, đủ linh hoạt để cho phép cung cấp năng lượng không đồng nhất hoặc rút khỏi lưới điện, và không chịu tác động của các thao tác tình cờ hoặc cố ý. Việc tích hợp kỹ thuật và công nghệ các hệ thống thực - ảo vào mạng lưới điện hiện tại và các hệ thống tiện ích khác là một thách thức. Sự phức tạp gia tăng của hệ thống đặt ra những thách thức về kỹ thuật cần phải được xem xét khi hệ thống được vận hành theo những cách không không được đặt ra cho cơ sở hạ tầng ban đầu. Khi các công nghệ và hệ thống được kết hợp, an ninh vẫn là mối quan tâm hàng đầu đối với việc giảm tính dễ bị tổn thương của hệ thống và bảo vệ dữ liệu của các bên liên quan. Những thách thức này cũng cần phải được giải quyết bằng các ứng dụng IoT tích hợp các hệ thống thực - ảo không đồng nhất.

Lưới điện thông minh đang phát triển, được dự kiến sẽ thực thi một khái niệm mới về mạng truyền tải, có thể định tuyến năng lượng một cách hiệu quả từ

các nhà máy tập trung và phân tán đến người sử dụng cuối cùng với độ an toàn và các tiêu chuẩn chất lượng cung cấp cao. Do đó, Lưới điện thông minh được kỳ vọng là việc thực hiện một loại "Internet", trong đó gói năng lượng được quản lý tương tự như các gói dữ liệu - qua các bộ định tuyến và công có thể tự quyết định đường đi tốt nhất cho gói năng lượng để đến đích với mức độ toàn vẹn tốt nhất. Về mặt này, khái niệm "Internet Năng lượng" (IoE) được định nghĩa là một cơ sở hạ tầng mạng dựa trên các bộ thu phát, công và giao thức tiêu chuẩn và khả năng tương tác, cho phép cân bằng trong thời gian thực giữa năng lực phát điện và lưu trữ với nhu cầu về năng lượng địa phương và toàn cầu. Điều này cũng sẽ nâng cao nhận thức và sự tham gia của người tiêu dùng. Internet Năng lượng cung cấp một khái niệm mới về phân phối điện, lưu trữ năng lượng, giám sát lưới điện và liên lạc. Nó sẽ cho phép các đơn vị năng lượng được chuyển đi khi nào và ở đâu là cần thiết. Việc giám sát mức tiêu thụ năng lượng sẽ được thực hiện ở tất cả các cấp độ, từ các thiết bị cá nhân ở địa phương đến mức quốc gia và quốc tế.

Tiết kiệm năng lượng dựa trên nhận thức của người tiêu dùng về năng lượng tiêu thụ nhất thời là một trụ cột khác của các khái niệm về quản lý năng lượng trong tương lai. Đồng hồ đo điện thông minh có thể cung cấp thông tin về tiêu thụ năng lượng tức thời cho người sử dụng, do đó cho phép nhận dạng và loại bỏ các thiết bị lãng phí năng lượng và cung cấp các gợi ý để tối ưu hóa sự tiêu thụ năng lượng cá nhân. Trong kịch bản lưới điện thông minh, tiêu thụ năng lượng sẽ bị tác động bởi giá năng lượng biến đổi, dựa trên nhu cầu nhất thời (thông qua đồng hồ đo điện thông minh) và lượng năng lượng sẵn có và năng lượng tái tạo. Trong thị trường năng lượng ảo các đại lý có thể thương lượng giá năng lượng và đặt đơn đặt hàng năng lượng cho các công ty năng lượng. Những quyết định này cần phải cân nhắc các thông tin môi trường như dự báo thời tiết, điều kiện địa phương và mùa. Những quyết định này phải ở khung thời gian và phạm vi không gian hẹp hơn nhiều.

Về lâu dài, di chuyển bằng điện sẽ trở thành một yếu tố quan trọng khác của lưới điện thông minh. Xe ô tô điện (EVs) có thể hoạt động như một phụ tải điện cũng như nguồn lưu trữ năng lượng di động liên kết như các phần tử IoT vào lưới thông tin năng lượng (lưới điện thông minh). IoT cho phép việc kiểm soát lưới điện thông minh có thể cần xem xét nhu cầu và khả năng cung cấp năng lượng trong các khu dân cư và dọc theo các tuyến đường chính dựa trên dự báo giao thông. Xe ô tô điện sẽ có thể hoạt động như một bể hay nguồn năng lượng dựa trên trạng thái nạp tích điện của chúng, lịch sử dụng và giá năng lượng có thể phụ thuộc vào sự dồi dào năng lượng (tái tạo) trong lưới điện. Đây là điểm tiếp xúc từ đó các kịch bản IoT viễn tin theo sau sẽ hợp nhất với IoT lưới điện thông minh. Kịch bản này dựa trên sự tồn tại của một mạng IoT với vô số cảm biến thông minh và thiết bị truyền động có thể liên lạc một cách an toàn và đáng tin cậy. Khi

đối phó với phần quan trọng của hạ tầng công cộng, bảo mật dữ liệu là điều quan trọng nhất. Để đáp ứng các yêu cầu cực kỳ cao về độ tin cậy của lưới điện, các thành phần cũng như sự tương tác của chúng phải có độ tin cậy cao nhất.

Các chiến lược tổ chức và học tập mới cho mạng cảm biến sẽ cần có để đối phó với những thiếu sót của các khái niệm điều khiển theo thứ bậc cổ điển. Sự thông minh của các hệ thống thông minh không nhất thiết cần phải được tích hợp vào các thiết bị ở các biên của hệ thống. Tùy thuộc vào kết nối, các khái niệm IoT dựa trên đám mây có thể có lợi khi xem xét việc tiêu hao năng lượng và nỗ lực phần cứng.

Việc lọc các dữ liệu tinh vi và linh hoạt, các quy trình và hệ thống xử lý và khai thác dữ liệu sẽ trở nên cần thiết để xử lý lượng dữ liệu thô lớn được cung cấp bởi hàng tỷ nguồn dữ liệu. Các mô hình hệ thống và dữ liệu cần hỗ trợ thiết kế của các hệ thống linh hoạt đảm bảo hoạt động đáng tin cậy và an toàn trong thời gian thực.

Một số thách thức nghiên cứu:

- Liên lạc đảm bảo và an toàn tuyệt đối với các thành phần ở biên mạng
- Giải quyết khả năng tương thích về khả năng mở rộng và tiêu chuẩn
- Bộ cảm biến / bộ truyền động thông minh mạnh mẽ và đáng tin cậy
- Các công nghệ cho ẩn danh dữ liệu giải quyết các vấn đề riêng tư
- Đối phó với độ trễ quan trọng, ví dụ trong vòng điều khiển
- Phân vùng hệ thống (thông minh dựa trên cục bộ / đám mây)
- Xử lý, lọc và khai thác dữ liệu hàng loạt; tránh gây lút mạng truyền thông
- Các mô hình thời gian thực và các phương pháp thiết kế miêu tả sự hợp nhất đáng tin cậy của các hệ thống không đồng nhất (ví dụ như các hệ thống kỹ thuật / kinh tế / xã hội / môi trường). Xác định và giám sát các yếu tố quan trọng của hệ thống. Phát hiện kịp thời các trạng thái hệ thống quan trọng.
- Các khái niệm hệ thống hỗ trợ tự phục hồi và ngăn ngừa thiệt hại; chiến lược để quản lý sự cố hư hỏng
- Khả năng mở rộng các chức năng an ninh
- Các lưới điện phải có khả năng phản ứng một cách chính xác và nhanh chóng với sự biến động trong việc cung cấp điện từ các nguồn năng lượng tái tạo như gió và các thiết bị năng lượng mặt trời.

2.3 Giao thông và di chuyển thông minh

Sự kết nối của các phương tiện giao thông với Internet tạo ra vô số những khả năng và ứng dụng mới mang lại những chức năng mới cho cá nhân và / hoặc việc làm cho việc đi lại, vận chuyển dễ dàng và an toàn hơn. Trong bối cảnh này, khái

niệm Ô-tô Internet (IoV) kết nối với Internet Năng lượng (IoE) thể hiện các xu hướng tương lai cho các ứng dụng giao thông và di chuyển thông minh.

Đồng thời, việc tạo ra các hệ sinh thái di động mới dựa trên sự tin cậy, an toàn và tiện lợi cho các ứng dụng giao thông và dịch vụ di động/không tiếp xúc sẽ đảm bảo tính an toàn, tính di động và tiện lợi cho các giao dịch và dịch vụ hướng vào người tiêu dùng.

Thể hiện hành vi của con người trong việc thiết kế, phát triển và vận hành các hệ thống vật lý không gian mạng trong các phương tiện tự trị là một thách thức. Kết hợp được những cân nhắc con người trong vòng lặp là rất quan trọng đối với sự an toàn, tin cậy và tính dự báo. Hiện tại, sự hiểu biết hạn chế về hành vi của lái xe sẽ bị ảnh hưởng bởi các hệ thống vật lý không gian điều khiển giao thông thích nghi. Ngoài ra, rất khó để tính hết những ảnh hưởng ngẫu nhiên của người lái xe trong môi trường giao thông hỗn hợp (tức là xe do người điều khiển và xe tự điều khiển) như trong các hệ thống vật lý không gian mạng kiểm soát giao thông. Khi các hệ thống vật lý không gian mạng trở nên phức tạp hơn và sự tương tác giữa các thành phần gia tăng, an toàn và an ninh sẽ tiếp tục là vấn đề cực kỳ quan trọng. Tất cả những yếu tố này đều vô cùng quan trọng đối với các hệ sinh thái IoT được phát triển dựa trên các công nghệ tạo khả năng này.

Khi đề cập về IoT trong bối cảnh ô tô và viễn tin, chúng ta có thể tham khảo các kịch bản ứng dụng sau:

- Các tiêu chuẩn phải được xác định liên quan đến điện áp sạc của các thiết bị điện tử công suất lớn và phải có quyết định về việc liệu các quá trình nạp điện cần được kiểm soát bởi một hệ thống đặt trong xe hoặc được lắp đặt tại trạm sạc điện.

- Cần phát triển các thành phần cho các hoạt động hai chiều và thanh toán điện năng linh hoạt nếu xe điện được sử dụng làm phương tiện lưu trữ điện.

- IoT là một phần cố hữu của hệ thống quản lý và điều khiển xe: ngày nay các chức năng kỹ thuật nhất định của các hệ thống trên xe có thể được giám sát trực tuyến bởi trung tâm dịch vụ hoặc trạm sửa xe cho phép bảo dưỡng đề phòng, chẩn đoán từ xa, hỗ trợ tức thì và kịp thời có sẵn phụ tùng thay thế. Với mục đích này, dữ liệu từ các cảm biến trên xe được thu thập bởi một thiết bị thông minh trên xe và được truyền qua Internet tới trung tâm dịch vụ.

- IoT cho phép quản lý và kiểm soát giao thông: Ô tô có thể tự tổ chức để tránh tắc nghẽn giao thông và tối ưu hóa sử dụng năng lượng. Điều này có thể được thực hiện với sự phối hợp và hợp tác của hạ tầng hệ thống quản lý và kiểm soát giao thông của thành phố thông minh. Ngoài ra, phí đỗ xe và phí giao thông đường bộ linh hoạt có thể là những yếu tố quan trọng của hệ thống như vậy. Việc trao đổi thông tin giữa các phương tiện với cơ sở hạ tầng cho phép tăng đáng kể an toàn giao thông, góp phần giảm số vụ tai nạn giao thông.

- IoT cho phép các kịch bản giao thông mới (vận tải đa phương thức): Trong các tình huống như vậy, ví dụ các nhà sản xuất thiết bị ô tô coi họ là các nhà cung cấp dịch vụ di động hơn là các nhà sản xuất phương tiện. Người sử dụng sẽ được cung cấp một giải pháp tối ưu để đi A đến B, dựa trên tất cả các phương tiện giao thông sẵn có và phù hợp. Do đó, dựa trên tình huống giao thông nhất thời, một giải pháp lý tưởng có thể là sự kết hợp của các phương tiện cá nhân, đi chung xe, đường sắt, và hệ thống công cộng. Để cho phép sử dụng liền mạch và sự sẵn sàng kịp thời của các yếu tố này (bao gồm cả không gian đỗ xe), tính sẵn có cần được xác minh và đảm bảo bằng thủ tục đặt chỗ và đăng ký trực tuyến, lý tưởng là tương tác với các hệ thống quản lý giao thông thành phố thông minh nói trên.

Các kịch bản này không độc lập với nhau và thể hiện hết tiềm năng của chúng khi được kết hợp và sử dụng cho các ứng dụng khác nhau. Trong một hệ sinh thái liên lạc dựa trên Công nghệ điều khiển logic khả trình (PLC), các thành phần kỹ thuật của các hệ thống này là điện thoại thông minh và các thiết bị thông minh trên xe thu thập thông tin từ người dùng (ví dụ: vị trí, điểm đến và lịch trình) và từ các hệ thống trên xe (ví dụ: trạng thái xe, vị trí, hồ sơ sử dụng năng lượng, hồ sơ lái xe). Chúng tương tác với các hệ thống bên ngoài (ví dụ: hệ thống kiểm soát giao thông, quản lý bãi đậu xe, quản lý việc đi chung xe, cơ sở hạ tầng sạc cho xe điện). Hơn nữa chúng cần phải kích hoạt và thực hiện các thủ tục thanh toán liên quan.

Các cảm biến thông minh trên đường và các hạ tầng điều khiển giao thông cần phải thu thập thông tin về tình trạng đường xá và lưu lượng xe, điều kiện thời tiết ... Điều này đòi hỏi phải có cảm biến (và bộ truyền động) mạnh có thể cung cấp thông tin một cách tin cậy đến các hệ thống đã đề cập ở trên. Sự liên lạc tin cậy như vậy cần phải dựa trên các giao thức liên lạc M2M có tính đến các ràng buộc về thời gian, an toàn an ninh. Số lượng dữ liệu kỳ vọng cao sẽ đòi hỏi các chiến lược khai thác dữ liệu phức tạp. Tối ưu hóa tổng thể lưu lượng giao thông và sử dụng năng lượng có thể đạt được bằng sự tổ chức tập thể các phương tiện cá nhân. Các bước đầu tiên có thể là sự mở rộng dần dần DATEX-II bởi các công nghệ và thông tin liên quan đến IoT. Tiêu chuẩn hóa (quốc tế) các lớp giao thức và các giao diện có tầm quan trọng đặc biệt để cho phép cạnh tranh về kinh tế và đảm bảo sự tương tác thông suốt các sản phẩm của nhà cung cấp khác nhau.

Khi thực hiện các thông tin liên quan đến vị trí, điểm đến, lịch trình và thói quen của người dùng, các vấn đề riêng tư được đặt ưu tiên cao nhất. Chúng thậm chí có thể trở thành những vật cản cho các công nghệ như vậy. Do đó không chỉ đường liên lạc an toàn mà cả các thủ tục đảm bảo ẩn danh và phi cá nhân hoá dữ liệu nhạy cảm là vấn đề cần quan tâm.

Một số thách thức nghiên cứu ở đây gồm:

- Liên lạc an toàn và đảm bảo với các thành phần biên mạng, liên lạc giữa các xe với nhau và liên lạc giữa xe với cơ sở hạ tầng
- Các cảm biến và bộ truyền động thông minh mạnh mẽ và đáng tin cậy trong xe và cơ sở hạ tầng
- Công nghệ cho ẩn danh dữ liệu giải quyết sự quan tâm về tính riêng tư
- Phân vùng hệ thống (thông minh dựa trên địa phương/đám mây điện toán)
- Xác định và giám sát các thành phần quan trọng của hệ thống. Phát hiện kịp thời các trạng thái hệ thống quan trọng
- Các công nghệ hỗ trợ tự tổ chức và hình thành năng động của các cấu trúc/tái cấu trúc
- Đảm bảo đủ mức độ tin cậy và an toàn cho trao đổi dữ liệu giữa các cơ sở hạ tầng ICT khác nhau theo chiều dọc (ví dụ như kịch bản đa phương thức).

2.4. Nhà ở thông minh, các tòa nhà và cơ sở hạ tầng thông minh

Sự gia tăng vai trò của Wi-Fi trong tự động hóa nhà ở chủ yếu bắt nguồn từ bản chất nối mạng của các thiết bị điện tử triển khai, nơi các thiết bị điện tử (TV và máy thu AV, thiết bị di động ...) bắt đầu trở thành một phần của mạng Internet gia đình và sự gia tăng tỷ lệ sử dụng các thiết bị máy tính di động (điện thoại thông minh, máy tính bảng ...). Các khía cạnh kết nối mạng đang mang lại các dịch vụ trực tuyến hoặc phát lại mạng, trong khi trở thành một phương tiện kiểm soát các chức năng thiết bị qua mạng. Đồng thời các thiết bị di động đảm bảo rằng người tiêu dùng có quyền truy cập vào một "bộ điều khiển" di động cho các thiết bị điện tử kết nối với mạng. Cả hai loại thiết bị đều có thể được sử dụng làm cổng cho các ứng dụng IoT. Trong bối cảnh này, nhiều công ty đang xem xét xây dựng các nền tảng tích hợp tự động hóa tòa nhà với giải trí, giám sát sức khỏe, giám sát năng lượng và giám sát cảm biến không dây trong các môi trường nhà ở và các tòa nhà.

Các ứng dụng IoT sử dụng các cảm biến để thu thập thông tin về các điều kiện hoạt động kết hợp với phần mềm lưu trữ trên đám mây phân tích các điểm dữ liệu khác nhau sẽ giúp các nhà quản lý cơ sở chủ động hơn trong việc quản lý các tòa nhà với hiệu quả cao nhất.

Các vấn đề sở hữu tòa nhà (tức là chủ sở hữu, người quản lý, hay người cư trú) thách thức sự tích hợp với những vấn đề như ai sẽ trả chi phí hệ thống ban đầu và ai thụ hưởng lợi ích theo thời gian. Thiếu sự hợp tác giữa các phân ngành trong xây dựng làm chậm việc chấp nhận công nghệ mới và có thể ngăn cản các tòa nhà mới đạt được mục tiêu về năng lượng, kinh tế và môi trường.

Việc tích hợp các hệ thống vật lý không gian mạng bên trong tòa nhà và với các thực thể bên ngoài, chẳng hạn như lưới điện, sẽ đòi hỏi sự hợp tác của các bên

liên quan để đạt được tính tương hợp thật sự. Giống như mọi lĩnh vực khác, duy trì an ninh sẽ là một thách thức quan trọng phải vượt qua.

Trong lĩnh vực nghiên cứu này, việc khai thác tiềm năng của mạng cảm biến không dây (WSN) để tạo điều kiện quản lý năng lượng thông minh trong các tòa nhà, làm tăng sự thoải mái cho người sử dụng trong khi giảm nhu cầu năng lượng, là rất có ý nghĩa. Ngoài các lợi ích rõ ràng về kinh tế và môi trường từ việc áp dụng quản lý năng lượng thông minh như vậy trong các tòa nhà, còn có các hiệu ứng tích cực khác. Không kém phần quan trọng là đơn giản hóa việc kiểm soát tòa nhà; việc giám sát không gian, thiết bị phản hồi thông tin và khả năng kiểm soát tại một địa điểm sẽ làm cho việc quản lý hệ thống quản lý năng lượng của tòa nhà dễ dàng hơn đối với chủ tòa nhà, người quản lý, đội bảo dưỡng và những người sử dụng khác của tòa nhà. Sử dụng Internet cùng với các hệ thống quản lý năng lượng cũng tạo cơ hội truy cập hệ thống thông tin và kiểm soát năng lượng của tòa nhà từ máy tính xách tay hoặc điện thoại thông minh ở bất cứ đâu trên thế giới. Điều này có tiềm năng rất lớn để cung cấp cho các nhà quản lý, chủ sở hữu và cư dân của các tòa nhà có phản hồi về tiêu thụ năng lượng và khả năng xử lý các thông tin đó.

Trong bối cảnh IoT tương lai, hệ thống quản lý tòa nhà thông minh có thể được coi là một phần của một hệ thống thông tin lớn hơn. Hệ thống này được sử dụng bởi các nhà quản lý phương tiện trong các tòa nhà để quản lý việc sử dụng năng lượng và mua năng lượng và để duy trì các hệ thống của tòa nhà. Hệ thống dựa trên cơ sở hạ tầng của Intranet và Internet hiện có, và do đó sử dụng các tiêu chuẩn giống như các thiết bị CNTT khác. Trong bối cảnh này việc chi phí giảm và độ tin cậy của các mạng cảm biến không dây đang làm thay đổi quá trình tự động hóa tòa nhà bằng cách duy trì các không gian làm việc hiệu quả năng lượng trong các tòa nhà ngày càng hiệu quả về chi phí.

2.5. Nhà máy thông minh và sản xuất thông minh

Vai trò của Internet Vạn vật đang trở nên nổi bật hơn trong việc cho phép truy cập vào các thiết bị và máy móc, trong các hệ thống sản xuất, đã được giấu kín trong các thiết kế. Sự phát triển này sẽ cho phép CNTT xâm nhập sâu hơn vào các hệ thống sản xuất số hóa. IoT sẽ kết nối nhà máy với một loạt ứng dụng hoàn toàn mới, hoạt động trên toàn bộ quy trình sản xuất. Điều này có thể từ việc kết nối nhà máy với lưới điện thông minh, dùng chung các phương tiện sản xuất như là một dịch vụ hoặc cho phép các hệ thống sản xuất linh hoạt hơn. Theo nghĩa này, hệ thống sản xuất có thể được coi là một trong nhiều IoT, nơi có thể xác định một hệ sinh thái mới cho sản xuất thông minh và hiệu quả hơn.

Bước tiến hóa đầu tiên hướng tới một nhà máy thông minh dùng chung có thể được thể hiện bằng cách cho phép tiếp cận với các bên liên quan bên ngoài hiện

nay để tương tác với hệ thống sản xuất có tính năng IoT. Các bên liên quan này có thể bao gồm các nhà cung cấp các công cụ sản xuất (ví dụ: máy móc, robot), cũng như nhà cung cấp hậu cần sản xuất (ví dụ như dòng vật tư, quản lý chuỗi cung ứng) và các tác nhân bảo dưỡng. Một kiến trúc dựa trên IoT sẽ thách thức tháp tự động hóa của một nhà máy phân cấp và khép kín, bằng cách cho phép các bên liên quan nêu trên vận hành các dịch vụ của họ trong hệ thống sản xuất nhiều tầng được đề xuất. Điều này có nghĩa là các dịch vụ và ứng dụng của ngày mai không cần phải được định nghĩa một cách chặt chẽ và gắn liền với hệ thống vật lý, mà chỉ hoạt động như một dịch vụ trong một thế giới vật chất chia sẻ chung. Phạm vi đổi mới trong không gian ứng dụng có thể tăng lên cùng mức độ như trường hợp các ứng dụng nhúng hoặc App, đã bùng nổ từ khi xuất hiện điện thoại thông minh (cung cấp một giao diện tiêu chuẩn hóa và rõ ràng cho phần cứng nhúng của điện thoại di động để tất cả các loại ứng dụng App có thể truy cập).

Một yếu tố tạo khả năng quan trọng cho sản xuất thông minh và nhanh nhẹn này nằm trong cách chúng ta quản lý và truy cập vào thế giới vật lý, nơi mà các cảm biến, bộ truyền động và cả đơn vị sản xuất phải được truy cập và quản lý giống hoặc ít nhất là tương tự các giao diện và công nghệ IoT tiêu chuẩn. Các thiết bị này sau đó sẽ cung cấp các dịch vụ của chúng theo cách có cấu trúc tốt, và có thể được quản lý và phối hợp cho vô số ứng dụng hoạt động song song.

Sự hội tụ của vi điện tử và các bộ phận vi cơ khí trong thiết bị cảm biến, sự phổ biến của truyền thông, sự gia tăng của người máy siêu nhỏ, sự tùy chỉnh bằng phần mềm sẽ thay đổi đáng kể thế giới sản xuất. Ngoài ra, sự phổ biến rộng rãi của viễn thông trong nhiều môi trường là một trong những lý do tại sao những môi trường này có hình dạng của các hệ sinh thái.

Một số thách thức chính liên quan đến việc triển khai các hệ thống vật lý không gian mạng bao gồm khả năng chi trả, tích hợp mạng và khả năng tương tác của các hệ thống kỹ thuật. Hầu hết các công ty đều có thời gian khó khăn để biện minh cho các khoản đầu tư rủi ro, tốn kém và không chắc chắn cho sản xuất thông minh ở cấp phân xưởng và toàn nhà máy. Những thay đổi về cấu trúc, tổ chức và văn hoá sản xuất diễn ra chậm chạp, điều này cản trở sự tích hợp công nghệ. Các hệ thống kiểm soát cũ trước thời kỹ thuật số không được thay thế thường xuyên vì chúng vẫn có thể sử dụng được. Việc trang bị lại những nhà máy hiện hữu bằng hệ thống vật lý không gian mạng là khó khăn và tốn kém. Việc thiếu phương pháp tiếp cận ngành tiêu chuẩn đối với các kết quả quản lý và sản xuất dẫn đến phần mềm tùy biến hoặc sử dụng phương pháp thủ công và cũng cần có một lý thuyết thống nhất về các hệ thống kiểm soát và liên lạc không đồng nhất.

2.6. Y tế thông minh

Thị trường cho các thiết bị theo dõi sức khỏe hiện đang được đặc trưng bởi

các giải pháp ứng dụng cụ thể mà không tương hợp lẫn nhau và được tạo thành từ các kiến trúc đa dạng. Mặc dù các sản phẩm cá nhân được thiết kế với mục tiêu chi phí, nhưng mục đích lâu dài của việc đạt được chi phí công nghệ thấp hơn trong các ngành hiện tại và tương lai chắc chắn sẽ rất khó khăn nếu không sử dụng một cách tiếp cận chặt chẽ hơn.

Mối liên kết giữa nhiều ứng dụng trong giám sát sức khoẻ là:

- Ứng dụng yêu cầu thu thập dữ liệu từ cảm biến
- Ứng dụng phải hỗ trợ giao diện người dùng và hiển thị
- Các ứng dụng yêu cầu kết nối mạng để truy cập vào các dịch vụ hạ tầng
- Các ứng dụng có yêu cầu sử dụng như năng lượng thấp, sự chắc chắn, độ bền, độ chính xác và độ tin cậy.

Các ứng dụng của IoT đang thúc đẩy sự phát triển của các nền tảng để thực hiện các hệ thống môi trường hỗ trợ cuộc sống (AAL- ambient assisted living) cung cấp các dịch vụ hỗ trợ trong các lĩnh vực để tiến hành các hoạt động hàng ngày, giám sát sức khoẻ và hoạt động, tăng cường an toàn và an ninh, tiếp cận với các hệ thống y tế và cấp cứu, và tạo điều kiện hỗ trợ y tế nhanh chóng. Mục tiêu chính là nâng cao chất lượng cuộc sống cho những người cần được hỗ trợ hoặc giám sát thường xuyên, giảm bớt các rào cản trong việc theo dõi các thông số sức khoẻ quan trọng, tránh các chi phí chăm sóc sức khoẻ không cần thiết và cung cấp sự hỗ trợ y tế kịp thời và chính xác.

Các thách thức tồn tại trong cơ sở hạ tầng không gian mạng tổng thể (ví dụ: phần cứng, kết nối, phát triển phần mềm và liên lạc), tập trung vào các quy trình tại giao điểm điều khiển và cảm biến, tổng hợp cảm biến và ra quyết định, an ninh và tính linh hoạt của các hệ thống không gian mạng. Các thiết bị y tế riêng nói chung không được thiết kế để tương tác với các thiết bị y tế hay các hệ thống tính toán khác, đòi hỏi những tiến bộ trong kết nối mạng và liên lạc phân tán trong các kiến trúc không gian mạng. Khả năng tương tác và hệ thống vòng kín đường như là chìa khóa thành công. An ninh hệ thống sẽ rất quan trọng khi các dữ liệu bệnh tật cá nhân được truyền đạt qua các mạng lưới không gian mạng. Ngoài ra, việc xác nhận dữ liệu thu được từ người bệnh nhân bằng cách sử dụng các công nghệ không gian mạng mới đối với các phương pháp thu thập dữ liệu tiêu chuẩn hiện tại sẽ là một thách thức. Các công nghệ không gian mạng cũng cần được thiết kế để hoạt động với sự huấn luyện hoặc hợp tác tối thiểu của bệnh nhân.

Cần có các công nghệ mới và sáng tạo để nắm bắt các xu hướng về các giao diện liên kết dây dẫn, không dây, tốc độ cao, thu nhỏ và các phương pháp thiết kế mô-đun cho các sản phẩm tích hợp nhiều công nghệ. Các công nghệ liên lạc đang giải quyết các cấp độ và lớp khác nhau trong các nền tảng y tế thông minh.

Các ứng dụng IoT có tiềm năng thị trường trong tương lai cho các dịch vụ y tế điện tử và ngành viễn thông kết nối. Trong bối cảnh này, viễn thông có thể thúc đẩy sự phát triển của các hệ sinh thái trong các lĩnh vực ứng dụng khác nhau. Chi phí y tế nằm trong khoảng 10% GDP của châu Âu. Phân khúc thị trường y tế từ xa, một trong những thị trường dẫn đầu trong tương lai sẽ có tốc độ tăng trưởng hơn 19%. Sự hội tụ của cảm biến thông số sinh học, công nghệ truyền thông và kỹ thuật đang biến chăm sóc sức khỏe thành một loại hình công nghiệp thông tin mới. Trong bối cảnh này, những tiến bộ vượt ra ngoài phạm vi các ứng dụng IoT mới nhất cho y tế được dự kiến như sau:

- Tiêu chuẩn hóa giao diện từ cảm biến và MEMS cho một nền tảng mở để tạo ra một thị trường mở và rộng cho các nhà đổi mới hóa sinh.
- Cung cấp mức độ tự động hoá cao trong việc thu thập và xử lý thông tin;
- Luôn có sẵn dữ liệu thời gian thực trên mạng (các số đo nhất thời và thời gian dài) cho các bác sĩ lâm sàng ở bất cứ nơi nào trên web với phần mềm và đặc quyền thích hợp; dữ liệu truyền qua web đáng tin cậy.
- Sử dụng lại các thành phần qua tiến trình chuyển đổi thông suốt giữa các thiết bị "y tế gia đình" với chi phí thấp và thiết bị "chuyên nghiệp" chi phí cao.
- Dữ liệu có thể trao đổi được giữa tất cả các thiết bị được sử dụng trong quá trình chăm sóc lâm sàng, từ nhà, xe cứu thương, phòng khám, bác sĩ đa khoa, bệnh viện, mà không phải chuyển dữ liệu thủ công.

2.7. An ninh và theo dõi thực phẩm và nước

Thực phẩm và nước ngọt là những nguồn tài nguyên thiên nhiên quan trọng nhất trên thế giới. Thực phẩm hữu cơ được sản xuất mà không cần bổ sung một số chất hóa học nhất định và tuân theo các quy định nghiêm ngặt, hoặc thực phẩm được sản xuất ở một số vùng địa lý nhất định sẽ có giá trị đặc biệt. Tương tự, nước ngọt từ suối trên núi đã được đánh giá cao. Trong tương lai nó sẽ rất quan trọng cho đóng chai và cung cấp nước đầy đủ. Điều này chắc chắn sẽ dẫn đến những nỗ lực giả mạo nguồn gốc hoặc quá trình sản xuất. Sử dụng IoT trong các tình huống như vậy để đảm bảo việc theo dõi thực phẩm hoặc nước từ nơi sản xuất tới người tiêu dùng là một trong những chủ đề quan trọng.

Điều này đã được áp dụng ở một mức độ nào đó đối với thịt bò. Sau khi dịch bệnh "bò điên" bùng phát vào cuối thế kỷ 20, một số nhà sản xuất thịt bò cùng với các chuỗi siêu thị lớn ở Ai Len cung cấp khả năng truy tìm nguồn gốc "từ trang trại đến bàn ăn" cho mỗi gói thịt bò nhằm đảm bảo cho người tiêu dùng rằng thịt an toàn. Tuy nhiên, điều này chỉ giới hạn ở một số loại thực phẩm nhất định và chỉ có thể truy xuất nguồn gốc của thực phẩm, mà không có thông tin về quá trình

sản xuất. Các ứng dụng IoT cần có một khung phát triển để đảm bảo những điều sau:

- Đồ vật liên kết Internet cần cung cấp giá trị. Những đồ vật là một phần của IoT cần phải cung cấp một dịch vụ có giá trị ở một mức giá chấp nhận được, hoặc chúng cần phải là một phần của một hệ thống lớn hơn có tính chất như vậy.

- Sử dụng hệ sinh thái phong phú cho phát triển. IoT bao gồm mọi vật, cảm biến, hệ thống liên lạc, máy chủ, lưu trữ, phân tích và dịch vụ người dùng cuối. Các nhà phát triển, nhà khai thác mạng, các nhà sản xuất phần cứng, và các nhà cung cấp phần mềm cần phải hợp nhất để triển khai công việc. Sự hợp tác giữa các bên liên quan sẽ cung cấp các chức năng dễ dàng cung cấp cho khách hàng.

- Các hệ thống cần phải cung cấp các Giao diện lập trình ứng dụng (API) cho phép người dùng tận dụng ưu thế của các hệ thống phù hợp với nhu cầu của họ trên các thiết bị lựa chọn. Các API cũng cho phép các nhà phát triển sáng tạo và phát triển những thứ thú vị bằng cách sử dụng dữ liệu và dịch vụ của hệ thống, cuối cùng thúc đẩy việc sử dụng và áp dụng hệ thống.

- Cần thu hút các nhà phát triển vì việc triển khai sẽ được thực hiện trên nền tảng phát triển. Các nhà phát triển sử dụng các công cụ khác nhau để phát triển các giải pháp hoạt động trên khắp các nền tảng thiết bị đóng một vai trò then chốt cho việc triển khai IoT trong tương lai.

- An ninh cần phải được gắn liền. Việc kết nối những thứ trước đây đã bị tách khỏi thế giới kỹ thuật số sẽ khiến chúng gặp phải những sự tấn công và thách thức mới.

Các thách thức nghiên cứu là:

- Thiết kế các cơ chế an toàn, được bảo vệ và hiệu quả chi phí để theo dõi thực phẩm và nước từ sản xuất đến người tiêu dùng, cho phép thông báo ngay lập tức các tác nhân trong trường hợp thực phẩm có hại và truyền thông tin đáng tin cậy.

- Bảo đảm cách thức giám sát quá trình sản xuất, cung cấp đầy đủ thông tin và sự tin tưởng cho người tiêu dùng. Đồng thời không tiết lộ các thông tin chi tiết về quá trình sản xuất có thể được coi là tài sản trí tuệ.

- Đảm bảo sự trao đổi tin cậy và an toàn các dữ liệu giữa các ứng dụng và cơ sở hạ tầng (trang trại, công nghiệp đóng gói, nhà bán lẻ) để ngăn chặn việc đưa vào các dữ liệu giả mạo hoặc gây nhầm lẫn, có thể ảnh hưởng đến sức khỏe của công dân hoặc gây thiệt hại kinh tế cho các bên liên quan.

2.8. Cảm nhận tham gia (*Participatory Sensing*)

Con người sống trong cộng đồng và dựa vào nhau trong các hoạt động hàng ngày. Những khuyến nghị tốt về một nhà hàng, xưởng sửa xe, bộ phim, điện

thoại,... vẫn là một số điều mà hiểu biết cộng đồng giúp chúng ta xác định hành động của mình.

Nếu như trong quá khứ, sự khôn ngoan cộng đồng này rất khó tiếp cận và thường dựa vào đầu vào từ một số ít người tốt bụng, thì với sự gia tăng nhanh chóng của web và gần đây hơn là các mạng xã hội, kiến thức cộng đồng đã luôn sẵn sàng- chỉ cần một cú nhấp chuột.

Ngày nay, sự khôn ngoan cộng đồng dựa trên thông tin đầu vào ý thức từ những người, chủ yếu dựa trên các quan điểm của cá nhân. Với sự phát triển của công nghệ IoT và CNTT nói chung, việc mở rộng khái niệm kiến thức cộng đồng trở nên thú vị hơn khi quan sát tự động các sự kiện trên thế giới.

Điện thoại thông minh đã được trang bị nhiều cảm biến và thiết bị truyền động: máy ảnh, microphone, máy đo gia tốc, máy đo nhiệt độ, loa, màn hình hiển thị ... Một loạt các sản phẩm cảm ứng xách tay khác mà mọi người sẽ mang theo trong túi cũng sẽ sớm có mặt. Hơn nữa, xe ô tô của chúng ta được trang bị một loạt cảm biến thu thập thông tin về chính chiếc xe, cũng như các điều kiện đường xá và giao thông

Công ty Intel đang nghiên cứu để đơn giản hóa việc triển khai IoT với Khung Hệ thống thông minh của mình (Intel® ISF), một loạt các giải pháp tương thích được thiết kế để kết nối, quản lý và bảo vệ các thiết bị và dữ liệu một cách nhất quán và có thể mở rộng. Các ứng dụng cảm ứng nhập cuộc nhằm sử dụng mỗi người, điện thoại di động, xe hơi và các cảm biến liên quan như là các trạm cảm biến tự động lấy một hình ảnh đa cảm biến của môi trường thực tại. Bằng cách kết hợp các ảnh chụp riêng lẻ một cách thông minh, có thể tạo ra một bức tranh rõ ràng về thế giới vật lý có thể được chia sẻ và sử dụng, chẳng hạn làm dữ liệu đầu vào cho các quá trình ra quyết định dịch vụ của thành phố thông minh. Tuy nhiên, các ứng dụng cảm ứng nhập cuộc đi kèm với một số thách thức cần được giải quyết:

- Thiết kế các thuật toán để bình thường hóa các quan sát có tính đến các điều kiện khi thực hiện các quan sát. Ví dụ các phép đo nhiệt độ sẽ khác nhau nếu lấy bằng điện thoại di động trong túi hoặc điện thoại di động nằm trên bàn;
- Thiết kế các cơ chế mạnh mẽ để phân tích và xử lý các quan sát thu thập được trong thời gian thực (xử lý sự kiện phức tạp) và tạo ra "trí tuệ cộng đồng" có thể được sử dụng một cách tin cậy như một đầu vào cho việc ra quyết định;
- Độ tin cậy của dữ liệu được quan sát, tức là thiết kế các cơ chế đảm bảo rằng các quan sát không bị giả mạo và/hoặc phát hiện những phép đo không đáng tin cậy này và loại bỏ xử lý tiếp. Trong bối cảnh này, việc xác định và xác thực đúng nguồn dữ liệu là một chức năng quan trọng;
- Đảm bảo sự riêng tư của cá nhân cung cấp các quan sát;

- Cơ chế hiệu quả để chia sẻ và phổ biến "trí tuệ cộng đồng";
- Giải quyết vấn đề khả năng mở rộng và triển khai trên quy mô lớn.

2.9. Mạng xã hội và IoT

Từ quan điểm của người dùng, sự liên kết trừu tượng và sự phụ thuộc lẫn nhau trong thế giới thực không dễ dàng được nắm bắt. Tuy nhiên, những gì người dùng dễ liên quan là sự kết nối xã hội của gia đình và bạn bè. Sự tham gia của người dùng vào nhận thức về IoT có thể xây dựng trên mô hình mạng xã hội, nơi người dùng tương tác với các thực thể quan tâm trong thế giới thực thông qua mô hình mạng xã hội. Sự kết hợp này dẫn đến các ứng dụng thú vị và phổ biến, sẽ trở nên phức tạp và sáng tạo hơn.

Các hướng nghiên cứu tương lai trong các ứng dụng IoT cần xem xét khía cạnh xã hội, dựa trên sự tích hợp với các mạng xã hội có thể được xem như một nhóm các luồng thông tin khác. Cũng lưu ý rằng các mạng xã hội được đặc trưng bởi sự tham gia đông đảo của những người sử dụng. Do đó, làn sóng các ứng dụng IoT xã hội có thể sẽ được xây dựng dựa trên các mô hình thành công của các ứng dụng cảm ứng nhập cuộc, sẽ mở rộng trên cơ sở tăng số lượng các thiết bị kết nối Internet tự tương tác.

3. CÁC CÔNG NGHỆ INTERNET VẠN VẬT

3.1. Các xu thế công nghệ

Những tiến bộ trong công nghệ mạng không dây và tiêu chuẩn hóa cao hơn của các giao thức truyền thông làm cho nó có thể thu thập dữ liệu từ các cảm biến và các thiết bị nhận dạng không dây hầu như mọi nơi mọi lúc. Các chip silic thu nhỏ được thiết kế với các khả năng mới, trong khi chi phí, theo Định luật Moore, đang giảm xuống. Sự gia tăng đáng kể về khả năng lưu trữ và tính toán, một số trong số đó có thể thông qua điện toán đám mây, có thể xử lý số liệu ở quy mô rất lớn và khối lượng lớn, với chi phí thấp.

Trong những năm tới, có thể xác định một số xu hướng lớn đặc biệt sẽ định hình tương lai của CNTT-TT.

- Thứ nhất, sự bùng nổ khối lượng dữ liệu được thu thập, trao đổi và lưu trữ bởi các đối tượng kết nối IoT sẽ đòi hỏi các phương pháp và cơ chế mới để tìm kiếm, lấy và truyền dữ liệu. Điều này sẽ không thể xảy ra trừ khi năng lượng cần thiết để vận hành các thiết bị này giảm đáng kể hoặc chúng ta phát hiện ra các kỹ thuật khai thác năng lượng mới. Ngày nay, nhiều trung tâm dữ liệu đã đạt đến giới hạn tiêu thụ năng lượng tối đa và chỉ có thể thay mới các thiết bị cũ do không thể tăng mức tiêu thụ năng lượng.

- Thứ hai, nghiên cứu đang tìm kiếm các thiết bị và hệ thống tự động tiêu thụ năng lượng cực kỳ thấp từ hạt bụi thông minh nhỏ nhất cho đến các trung tâm dữ liệu khổng lồ sẽ tự thu hoạch năng lượng chúng cần.

- Thứ ba, việc thu nhỏ thiết bị cũng đang diễn ra với tốc độ chóng mặt, và mục tiêu transistor đơn electron, có vẻ như (phụ thuộc vào khám phá mới trong vật lý) là giới hạn cuối cùng, đang tiến gần hơn.

- Thứ tư, xu thế hướng tới hành vi tự trị và có trách nhiệm của các nguồn lực. Sự phức tạp ngày càng tăng của các hệ thống, có thể gồm cả các thiết bị di động, sẽ không thể quản lý nổi, và sẽ cản trở việc tạo ra các dịch vụ và ứng dụng mới, trừ khi các hệ thống sẽ cho thấy chức năng "tự động-" *, chẳng hạn như tự quản lý, tự phục hồi và tự cấu hình.

Chìa khoá để giải quyết các xu hướng lớn này cho IoT là nghiên cứu và phát triển, thúc đẩy chu kỳ đổi mới bằng cách khai thác các kết quả mang lại các công nghệ mới có giá trị cho thị trường và do đó cho các ứng dụng công nghiệp.

Nghiên cứu và phát triển IoT đang trở nên phức tạp hơn do công nghệ đã ở mức tiên tiến cao, cần có sự hợp tác ở mức toàn cầu, liên ngành. Sự phát triển một số công nghệ tạo khả năng chẳng hạn như điện tử nano, liên lạc, cảm biến, điện thoại thông minh, các hệ thống nhúng, công nghệ điện toán đám mây và công nghệ phần mềm sẽ rất cần thiết để hỗ trợ cải tiến sản phẩm IoT quan trọng trong tương lai ảnh hưởng đến các ngành công nghiệp khác nhau. Ngoài ra, hệ thống và cơ sở hạ tầng mạng (Internet Tương lai) đang trở nên quan trọng do sự tăng trưởng nhanh chóng và bản chất của các dịch vụ liên lạc tiên tiến cũng như việc tích hợp với các hệ thống y tế, vận tải, các tòa nhà sử dụng năng lượng hiệu quả, lưới điện thông minh, các thành phố thông minh và xe điện

Trọng tâm của các dự án nghiên cứu và phát triển IoT là tạo ra các kết quả chắc chắn cho một số ngành công nghiệp, sau đó có thể được phát triển tiếp hoặc khai thác trực tiếp để tạo ra các môi trường / không gian thông minh và các sản phẩm / quy trình tự nhận thức vì lợi ích của xã hội.

3.2. Internet Vạn vật và những công nghệ Internet tương lai liên quan

3.2.1. Điện toán đám mây

Trong Kế hoạch nghiên cứu chiến lược, điện toán đám mây đã được xác định là một trong những khối cấu trúc chính của Internet tương lai. Công nghệ tạo khả năng mới đã dần dần thúc đẩy ảo hóa ở các cấp độ khác nhau và đã mở ra các mô hình khác nhau được gọi là " Dịch vụ Ứng dụng", " Dịch vụ Nền tảng" và "Dịch vụ Hạ tầng và Mạng". Các xu hướng đó đã giúp giảm chi phí sở hữu và quản lý các tài nguyên ảo hóa liên quan, hạ thấp ngưỡng tham gia thị trường cho những chủ thể mới và cho phép cung cấp các dịch vụ mới. Với việc ảo hóa các đối tượng

là bước tiếp theo tự nhiên trong xu hướng này, sự hội tụ của điện toán đám mây và IoT sẽ mở ra các cơ hội chưa từng có trong lĩnh vực dịch vụ IoT.

Là một phần của sự hội tụ này, các ứng dụng IoT (như các dịch vụ dựa trên cảm biến) sẽ được cung cấp theo yêu cầu thông qua môi trường đám mây. Điều này vượt ra ngoài sự cần thiết ảo hóa các kho dữ liệu cảm biến theo cách có thể mở rộng. Nó yêu cầu ảo hóa các đối tượng kết nối Internet và khả năng của chúng được sắp xếp thành các dịch vụ theo yêu cầu (chẳng hạn như Dịch vụ cảm biến - Sensing-as-a-Service). Hơn nữa, việc khái quát hóa phạm vi phục vụ của một đối tượng kết nối Internet vượt ra ngoài "dịch vụ cảm biến", không khó để hình dung các đối tượng ảo sẽ được tích hợp vào các dịch vụ IoT trong tương lai và được chia sẻ và sử dụng lại trong các ngữ cảnh khác nhau, hướng tới mô hình: Dịch vụ "Đối tượng" nhằm vào các nguồn tài nguyên ảo hóa khác với chi phí tối thiểu cho sở hữu và duy trì các đối tượng và thúc đẩy việc tạo ra các dịch vụ IoT mới.

Các chủ đề nghiên cứu liên quan do vậy sẽ bao gồm:

- Mô tả các yêu cầu dịch vụ cho một cơ sở hạ tầng điện toán đám mây/IoT;
- Ảo hóa các vật thể;
- Các công cụ và kỹ thuật để tối ưu hóa các cơ sở hạ tầng điện toán đám mây theo các tiêu chí tiện ích và thỏa thuận dịch vụ (SLA);
- Nghiên cứu: ◦ số liệu tiện ích và; ◦ (tăng cường) các kỹ thuật học tập có thể được sử dụng để đánh giá các dịch vụ IoT theo nhu cầu trong môi trường đám mây,
- Các kỹ thuật tương tác thời gian thực của các đối tượng kết nối Internet trong môi trường đám mây thông qua việc thực hiện các tương tác và thích ứng với các hệ điều hành thời gian thực,
- Truy cập các mô hình kiểm soát để đảm bảo truy cập phù hợp vào dữ liệu được lưu trữ trong đám mây.

3.2.2. IoT và Công nghệ ngữ nghĩa (Semantic)

Kế hoạch nghiên cứu chiến lược đã xác định tầm quan trọng của công nghệ ngữ nghĩa đối với việc khám phá các thiết bị, cũng như hướng tới việc đạt được khả năng tương tác ngữ nghĩa. Trong những năm vừa qua, các công nghệ web ngữ nghĩa cũng đã chứng minh được khả năng liên kết các dữ liệu liên quan của chúng (khái niệm web-dữ liệu), khi các công cụ và kỹ thuật liên quan mới đã xuất hiện. Các nghiên cứu trong tương lai về IoT có thể bao gồm khái niệm Dữ liệu Liên kết Mở. Điều này có thể xây dựng trên việc tích hợp các bản thể luận (ví dụ, các bản thể cảm biến) vào các cơ sở hạ tầng và các ứng dụng IoT.

Các công nghệ ngữ nghĩa cũng sẽ có một vai trò quan trọng trong tạo khả năng chia sẻ và sử dụng lại các đối tượng ảo như là một dịch vụ thông qua đám

mây. Việc làm giàu ngữ nghĩa của các mô tả đối tượng ảo sẽ sử dụng cho IoT thấy chú thích ngữ nghĩa nào của các trang web đã được kích hoạt trong SemanticWeb. Sự lập luận dựa trên ngữ nghĩa liên quan sẽ hỗ trợ người sử dụng IoT tìm kiếm các đối tượng ảo đã được chứng minh có liên quan một cách độc lập để cải thiện hiệu suất hay hiệu quả của các ứng dụng IoT mà họ định sử dụng.

3.2.3. Tự chủ

Những tiến bộ ngoạn mục trong công nghệ đã tạo ra các hệ thống máy tính và liên lạc ngày càng phức tạp và quy mô lớn. Tính toán tự động, lấy cảm hứng từ các hệ thống sinh học, đã được đề xuất như một thách thức lớn cho phép các hệ thống **tự quản lý** sự phức tạp này, sử dụng các mục tiêu và chính sách cấp cao do con người định ra. Mục tiêu là cung cấp một số tính chất tự-x cho hệ thống, trong đó x có thể là sự thích nghi, tổ chức, tối ưu hóa, cấu hình, bảo vệ, hàn gắn, phát hiện, mô tả,

Internet Vạn vật sẽ làm tăng quy mô và sự phức tạp của các hệ thống máy tính và liên lạc hiện tại. Tự chủ là một tính chất bắt buộc đối với các hệ thống IoT. Tuy nhiên, vẫn còn thiếu nghiên cứu về việc làm thế nào để thích ứng và điều chỉnh các nghiên cứu hiện tại về tính toán tự động với các đặc tính cụ thể của IoT, như tính động và phân tán cao, tính chất thời gian thực, các hạn chế nguồn lực và các môi trường bị mất mát.

Các tính chất sau đây đặc biệt quan trọng đối với các hệ thống IoT:

Tự thích nghi

Trong bối cảnh rất động của IoT, từ lớp vật lý đến lớp ứng dụng, tự thích nghi là một thuộc tính thiết yếu cho phép các nút giao tiếp, cũng như các dịch vụ sử dụng chúng, phản ứng một cách kịp thời với bối cảnh liên tục thay đổi phù hợp với, ví dụ như các chính sách kinh doanh hoặc các mục tiêu thực hiện được xác định bởi con người. Các hệ thống IoT cần có khả năng tự lý giải và đưa ra các quyết định tự thích nghi. Các kênh truyền nhận thức ở các lớp vật lý và liên kết, các giao thức mạng tự tổ chức, phát hiện dịch vụ tự động và các ràng buộc (lặp lại) ở lớp ứng dụng là những yếu tố quan trọng cho IoT tự thích nghi.

Tự tổ chức

Trong các hệ thống IoT - đặc biệt là các mạng cảm biến và dẫn động không dây (WS&AN) - các nút kết nối và rời khỏi mạng một cách tự phát là rất phổ biến. Do đó, mạng cần có khả năng tự tổ chức lại để chống lại cấu trúc topo phát triển này. Các giao thức định tuyến tự tổ chức, hiệu quả năng lượng có tầm quan trọng đáng kể trong các ứng dụng IoT nhằm cung cấp sự trao đổi dữ liệu liên tục trong các mạng không đồng nhất cao. Do số lượng nút lớn, nên tốt nhất là xem xét các giải pháp mà không có điểm kiểm soát trung tâm như ví dụ các cách tiếp cận theo cụm. Khi nghiên cứu về tự tổ chức, một điều cũng rất quan trọng là xem

xét mức tiêu thụ năng lượng của các nút và đưa ra các giải pháp tối đa hóa tuổi thọ của hệ thống IoT và hiệu quả liên lạc trong hệ thống đó.

Tự tối ưu hóa

Việc sử dụng tối ưu các nguồn lực hạn chế (như bộ nhớ, băng thông, bộ vi xử lý, và quan trọng nhất là năng lượng) của các thiết bị IoT là cần thiết cho việc triển khai IoT bền vững và lâu dài. Với một số mục tiêu tối ưu hóa cấp cao về hiệu quả hoạt động, tiêu thụ năng lượng hoặc chất lượng dịch vụ, bản thân hệ thống cần thực hiện các hành động cần thiết để đạt được mục tiêu.

Tự định cấu hình

Các hệ thống IoT có thể được tạo ra từ hàng ngàn nút và các thiết bị như cảm biến và thiết bị truyền động. Do vậy, cấu trúc của hệ thống rất phức tạp và khó xử lý thủ công. Một hệ thống IoT cần cung cấp các thiết bị tạo cấu hình từ xa để các ứng dụng tự quản lý tự động định cấu hình các thông số cần thiết dựa trên nhu cầu của các ứng dụng và người dùng. Nó bao gồm lập cấu hình, ví dụ thiết bị và các thông số mạng, cài đặt/gỡ cài đặt/ nâng cấp phần mềm, hoặc điều chỉnh các thông số hiệu năng.

Tự bảo vệ

Do tính không dây và rộng khắp, IoT sẽ dễ bị tổn thương bởi vô số tấn công nguy hiểm. Và bởi IoT có liên quan chặt chẽ với thế giới vật chất, các vụ tấn công sẽ có thể nhằm mục đích kiểm soát các môi trường vật lý hoặc thu thập dữ liệu cá nhân. IoT cần tự điều chỉnh bản thân với các mức độ bảo mật và an ninh khác nhau, trong khi không ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ và chất lượng dữ liệu.

Tự khắc phục

Mục tiêu của tính chất này là phát hiện và chẩn đoán các vấn đề khi chúng xảy ra và ngay lập tức cố gắng khắc phục chúng theo cách tự động. Các hệ thống IoT cần theo dõi liên tục trạng thái của các nút khác nhau và phát hiện ra bất cứ khi nào chúng hành xử khác so với dự kiến. Sau đó nó có thể thực hiện các hành động để khắc phục các vấn đề gặp phải. Các vấn đề gặp phải có thể bao gồm các thông số cấu hình lại hoặc cài đặt bản cập nhật phần mềm.

Tự mô tả

Những vật và nguồn lực (cảm biến và thiết bị truyền động) cần có thể mô tả các đặc điểm và khả năng của chúng một cách biểu cảm để cho phép các đối tượng giao tiếp khác tương tác với chúng. Các định dạng và ngôn ngữ mô tả dịch vụ và ngôn ngữ đầy đủ cần phải được xác định, có thể ở mức độ ngữ nghĩa. Các ngôn ngữ hiện tại cần được điều chỉnh lại để tìm ra sự cân bằng giữa tính biểu cảm, sự phù hợp và kích thước của mô tả. Tự mô tả là một tính chất cơ bản để thực hiện các tài nguyên và thiết bị bật lên là hoạt động.

Tự phát hiện

Cùng với việc tự mô tả, tính năng tự phát hiện đóng một vai trò thiết yếu cho việc triển khai IoT thành công. Các thiết bị /dịch vụ IoT cần được phát hiện và sử dụng một cách tự động theo cách thông suốt và minh bạch. Chỉ các giao thức phát hiện dịch vụ và thiết bị mạnh mẽ và ấn tượng (cùng với các giao thức mô tả) sẽ cho phép một hệ thống IoT hoàn toàn năng động (cấu trúc khôn ngoan).

Tự khớp nối

Để khai thác hoàn toàn tiềm năng IoT, các đối tượng ảo sẽ phải:

- Có thể sử dụng lại được ngoài ngữ cảnh chúng được phát triển ban đầu và
- Có thể tin tưởng vào dịch vụ mà chúng cung cấp.

Một mặt, các dịch vụ IoT sẽ có thể khai thác tính sẵn có của các đối tượng đề cập. Chúng cũng sẽ phải đối phó với tính chất không đáng tin cậy của chúng và có thể tìm ra các lựa chọn thay thế tương ứng phù hợp trong trường hợp thất bại, không liên lạc... Các môi trường dịch vụ nâng cao dự kiến sẽ yêu cầu các tính năng tự kết nối (giữa các dịch vụ và các đối tượng và ngược lại) sẽ tránh cho người sử dụng các dịch vụ tương lai của IoT không phải cấu hình lại các đối tượng.

Tự cung cấp năng lượng

Và cuối cùng, tự cung cấp năng lượng là một tính năng rất quan trọng (và rất đặc trưng IoT) để nhận ra và triển khai các giải pháp IoT bền vững. Các kỹ thuật khai thác năng lượng (năng lượng mặt trời, nhiệt, rung, ...) nên được ưu tiên sử dụng là nguồn cung cấp chính thay vì phải thay pin thường xuyên và có ảnh hưởng xấu đến môi trường.

3.2.4. Cảnh báo và nhận thức tình huống

Việc tích hợp các thiết bị cảm biến, tính toán và liên lạc (ví dụ: điện thoại thông minh, GPS) vào Internet đang trở nên phổ biến. Điều này làm tăng khả năng trích xuất "nội dung" tạo ra từ dữ liệu và hiểu nó từ quan điểm của miền ứng dụng rộng hơn (nghĩa là siêu dữ liệu). Khả năng trích xuất nội dung trở nên quan trọng và phức tạp hơn, đặc biệt khi chúng ta xem xét số lượng dữ liệu được tạo ra. Sự phức tạp có thể được giảm đi thông qua việc tích hợp các tính năng tự quản lý và học tập tự động (tức là khai thác các nguyên tắc nhận thức). Việc áp dụng các nguyên tắc nhận thức trong việc khai thác "nội dung" từ dữ liệu cũng có thể là nền tảng để tạo ra nhận thức chung về tình hình hiện tại. Điều này cung cấp cho hệ thống khả năng đáp ứng với những thay đổi trong môi trường tình huống, với ít hoặc không có sự hướng dẫn trực tiếp của người sử dụng và do đó tạo điều kiện hỗ trợ cho việc tạo ra dịch vụ tùy biến và đáng tin.

3.3. Các công nghệ hỗ trợ IoT

3.3.1. Năng lượng

Các vấn đề về năng lượng, trong tất cả các giai đoạn của nó, từ thu hoạch đến lưu trữ và sử dụng, là trung tâm của sự phát triển của IoT. Cần nghiên cứu và phát triển các giải pháp trong lĩnh vực này (điện tử nanoelectronics, bán dẫn, công nghệ cảm biến, tích hợp các vi hệ thống) có mục tiêu là các thiết bị tiêu thụ năng lượng cực kỳ thấp, do các thiết bị hiện tại dường như không đủ cho năng lực xử lý cần thiết và những hạn chế năng lượng của tương lai. Sử dụng các công nghệ "Hơn cả Moore", tập trung vào việc tích hợp hệ thống, sẽ làm tăng hiệu quả của các hệ thống hiện tại và sẽ cung cấp một số giải pháp cho nhu cầu trong tương lai.

3.3.2. Thông minh

Các khả năng như tự nhận thức, nhận thức về ngữ cảnh và liên lạc giữa máy với máy được coi là một ưu tiên cao cho IoT. Tích hợp năng lực lưu trữ và xử lý, và khả năng chịu được các môi trường khắc nghiệt cũng là một ưu tiên cao, cũng như các kỹ thuật bảo mật tốt nhất có thể. Cụ thể, việc cung cấp an ninh ở tầng vật lý, khai thác các đặc tính của các kênh không dây, thể hiện giải pháp ít phức tạp cũng giải quyết các vấn đề về khả năng mở rộng do triển khai các "vật thể" thông minh quy mô lớn. Mật độ của Transistor bắt đầu phát triển, theo Luật Moore, cho phép các thiết bị điện tử "thông minh" hơn cùng với gia tăng năng lực xử lý và lưu trữ của chip. Các phương pháp tiếp cận nhận thức mới tận dụng các nguồn lực mạng không đồng nhất có sẵn có thể được sử dụng để hỗ trợ truy cập liên tục thông suốt vào mạng thông tin cũng như xử lý kết nối mạng không liên tục trong môi trường di động và/hoặc khắc nghiệt. Các phương pháp "thông minh" để khám phá kiến thức và kiểm soát thiết bị cũng sẽ là những thách thức nghiên cứu quan trọng.

3.3.3. Liên lạc

Ăng-ten thông minh mới (ăng-ten fractal, ăng-ten thích nghi, ăng-ten hướng tiếp nhận, ăng-ten plasma), có thể được nhúng trong các đối tượng và được làm bằng các vật liệu mới là các phương tiện liên lạc sẽ cho phép tạo ra các hệ thống liên lạc tiên tiến mới trên chip, khi kết hợp với các giao thức mới được tối ưu hóa trên các lớp Physical (PHY), Media Access Control (MAC) và Mạng (NWK) sẽ cho phép phát triển các Giao diện lập trình Ứng dụng khác nhau (API) được sử dụng cho các ứng dụng khác nhau. Các sơ đồ điều biến, tỷ lệ truyền và tốc độ truyền cũng là những vấn đề rất quan trọng cần giải quyết. Các giải pháp tiên tiến mới cần được xác định để hỗ trợ hiệu quả tính di động của hàng tỷ vật thể thông minh, có thể được trang bị với nhiều nguồn tài nguyên mạng không đồng nhất. Cuối cùng nhưng không kém phần quan trọng là các kỹ thuật ảo hóa mạng là chìa

khóa để đảm bảo một con đường tiến hoá cho việc triển khai các ứng dụng IoT với chất lượng dịch vụ đảm bảo (QoS).

3.3.4. Tích hợp

Tích hợp các công nghệ nhận dạng không dây (như RFID) vào bao bì, hoặc tốt hơn là vào chính các sản phẩm sẽ cho phép tiết kiệm đáng kể chi phí, gia tăng tính thân thiện môi trường của sản phẩm và cho phép một chiều sản phẩm tự nhận thức mới vì lợi ích của người tiêu dùng. Việc tích hợp đòi hỏi phải giải quyết nhu cầu về các hệ thống không đồng nhất có các tính năng cảm quan, hành động, giao tiếp, nhận thức, xử lý và thích ứng và bao gồm các cảm biến, cơ cấu vận hành, mạch điện tử nano, các hệ thống nhúng, các thuật toán, và phần mềm được nhúng vào các đối tượng và vật thể.

3.3.5. Độ tin cậy

Sự tin cậy của các hệ thống IoT là điều cực kỳ quan trọng; do đó cơ sở hạ tầng mạng IoT phải đảm bảo độ an toàn và sự riêng tư bằng cách hỗ trợ chứng thực cá nhân của hàng tỷ thiết bị không đồng nhất sử dụng các công nghệ liên lạc không đồng nhất qua các miền hành chính khác nhau. Các giao thức liên lạc tin cậy hiệu quả năng lượng cũng phải được thiết kế để đảm bảo tính tin cậy.

3.3.6. Các công nghệ Semantic và IoT

Internet Vạn vật đòi hỏi các thiết bị và ứng dụng dễ dàng kết nối và trao đổi thông tin theo cách đặc biệt với các hệ thống khác. Điều này sẽ yêu cầu thiết bị và các dịch vụ thể hiện nhu cầu và khả năng theo các cách chính thức. Để tạo điều kiện khả năng tương tác trong IoT cần nghiên cứu thêm về công nghệ ngữ nghĩa (semantic). Các thách thức ví dụ là các bản thể luận phân tán quy mô lớn, các tiếp cận mới đối với các dịch vụ web ngữ nghĩa, các công cụ và phương pháp tiếp cận quy tắc cho lập luận lai ghép đối với các cơ sở dữ liệu và thực tế không đồng nhất lớn, sự khám phá các thiết bị dựa trên ngữ nghĩa và tạo mã theo ngữ nghĩa cho các giao diện thiết bị.

3.3.7. Các kịch bản kinh doanh dựa trên IoT hạn chế tài nguyên

Internet Vạn vật ngụ ý rằng ngay cả một thiết bị hoặc cảm biến nhỏ nhất cũng có thể được kết nối với mạng. Nghiên cứu trong các mạng cảm biến không dây đã dẫn đến các giải pháp, công cụ và hệ điều hành đầy hứa hẹn có thể chạy trên thiết bị rất nhỏ và hạn chế tài nguyên. Các giải pháp này cần được đánh giá trong các ứng dụng công nghiệp thực tế quy mô lớn để minh họa cho các kịch bản dựa trên kinh doanh cho IoT.

3.3.8. Mô hình và Thiết kế

Việc thiết kế các hệ thống IoT quy mô lớn là một thách thức do số lượng lớn các thành phần không đồng nhất liên quan và do sự lặp lại phức tạp trong số thiết

bị được sử dụng bằng các các tiếp cận hợp tác và phân tán. Để đối phó với vấn đề này, cần xây dựng các mô hình và các khuôn khổ thiết kế mới; ví dụ, lấy cảm hứng từ các phương pháp cùng mô phỏng cho các hệ thống của hệ thống lớn và các phương pháp tiếp cận phân cứng trong vòng lặp.

3.3.9. Xác nhận và Khả năng tương tác

Tiêu chuẩn hóa là cần nhưng chưa đủ. Thực tế là, ngay cả khi theo cùng một tiêu chuẩn, hai thiết bị khác nhau vẫn có thể không tương thích. Đây là một vấn đề quan trọng để áp dụng rộng rãi các công nghệ IoT. Do bản chất phức tạp và đa dạng của các công nghệ IoT chỉ một giải pháp tương tác có thể không thực hiện được và cần phải tích hợp. Các thẻ và thiết bị tương lai phải tích hợp các chương trình liên lạc khác nhau, cho phép các kiến trúc khác nhau, tập trung hoặc phân tán, và có thể giao tiếp với các mạng khác. Khả năng tương tác của các công nghệ IoT sẽ luôn là một chủ đề phức tạp đòi hỏi nỗ lực nghiên cứu để giải quyết những thách thức mới xuất hiện. Điều này có thể đạt được bằng cách tăng trí thông minh nhúng và các công nghệ truy cập vô tuyến khác nhau đôi khi thậm chí với khả năng nhận thức.

Tất cả những tính năng mới xuất hiện này cùng với việc tương tác liên lạc cần thiết giữa các công nghệ khác nhau sẽ làm tăng thêm sự phức tạp trong thử nghiệm và xác nhận và do đó các phương pháp và cách tiếp cận phổ biến cần phải xác nhận tính hợp lệ và đảm bảo khả năng tương tác một cách mạch lạc và hiệu quả về chi phí. Một yếu tố thành công then chốt của các công nghệ GSM/UMTS/LTE là các đặc điểm kỹ thuật đã được phát triển cùng với các tiêu chuẩn kiểm tra sự phù hợp và tương hợp bao gồm các bài kiểm tra máy có thể đọc được viết bằng ngôn ngữ kiểm tra trình độ cao.

3.3.10. Tiêu chuẩn

Rõ ràng, các tiêu chuẩn mở là chìa khóa cho sự thành công của các công nghệ liên lạc không dây (như RFID hoặc GSM), và nói chung, cho mọi loại liên lạc máy-máy (M2M). Không có các tiêu chuẩn được công nhận toàn cầu (chẳng hạn như bộ giao thức TCP/IP hoặc GSM/UMTS/LTE) việc mở rộng các giải pháp RFID và M2M cho IoT sẽ không thể đạt được ở quy mô toàn cầu. Sự cần thiết phải nhanh chóng thiết lập các tiêu chuẩn tương thích đã được xác nhận là một yếu tố quan trọng cho việc triển khai các ứng dụng IoT. Cần làm rõ về các yêu cầu cho việc nhận dạng, đặt tên và thiết bị giải toàn cầu duy nhất. Thiếu sự hội tụ của việc định nghĩa các mô hình tham khảo chung, kiến trúc tham chiếu cho Mạng Tương lai, Internet Tương lai và IoT và tích hợp các hệ thống và mạng kế thừa là một thách thức cần phải được giải quyết trong tương lai.

3.3.11. Sản xuất

Cuối cùng nhưng chắc chắn chưa hết, là các thách thức về sản xuất phải được

giải quyết một cách thuyết phục. Chi phí phải được giảm xuống dưới một xu cho mỗi thẻ RFID thụ động, và việc sản xuất phải đạt khối lượng đặc biệt cao, trong khi toàn bộ quy trình sản xuất chỉ có tác động rất hạn chế đối với môi trường, dựa trên các chiến lược tái sử dụng và tái chế có cân nhắc đến vòng đời tổng thể của các thiết bị kỹ thuật số và các sản phẩm khác có thể được gắn thẻ hoặc cảm biến.

3.4. Những định hướng Nghiên cứu và Đổi mới chiến lược của IoT

Sự phát triển của các công nghệ hỗ trợ chẳng hạn như công nghệ điện tử nano, truyền thông, cảm biến, điện thoại thông minh, hệ thống nhúng, điện toán đám mây, ảo hóa mạng và phần mềm là hết sức cần thiết để có thể tạo khả năng cho vạn vật được kết nối mọi lúc, mọi nơi. Sự phát triển này cũng giúp hỗ trợ những đổi mới sản phẩm IoT quan trọng trong tương lai, ảnh hưởng đến nhiều lĩnh vực công nghiệp khác nhau.

Một số công nghệ này chẳng hạn như các hệ thống nhúng hoặc hệ thống không gian mạng tạo thành các biên của IoT, làm cầu nối cho khoảng cách giữa không gian mạng và thế giới “vật chất” thực, đồng thời, là yếu tố quyết định cho phép IoT phát triển theo tầm nhìn của nó và trở thành một phần của các hệ thống lớn hơn trong một thế giới "hệ thống của các hệ thống".

Nghiên cứu và phát triển sẽ tập trung vào những công nghệ hỗ trợ đóng vai trò quan trọng trong chuỗi giá trị hiện tại và tương lai của nền kinh tế:

- Công nghệ nano
- Thiết bị điện tử Micro và Nano
- Quang tử
- Công nghệ sinh học
- Vật liệu tiên tiến
- Hệ thống sản xuất tiên tiến.

Như vậy, IoT tạo ra các ứng dụng thông minh dựa trên các công nghệ hỗ trợ then chốt đã được xác định, vì các ứng dụng IoT hướng đến các môi trường thông minh ở cấp thực tế hoặc ở cấp không gian mạng, theo thời gian thực.

Với danh sách các công nghệ chủ chốt này, chúng ta có thể thực hiện triển khai IPv6 trên quy mô toàn thế giới, cho phép xác định địa chỉ vạn vật giao tiếp thông minh rộng khắp trên quy mô toàn cầu.

Trên quan điểm công nghệ, sự gia tăng liên tục mật độ tích hợp được đề xuất theo Định Luật Moore đã được hiện thực hóa bằng tỷ lệ kích thước, cụ thể là: giảm các kích thước quan trọng trong khi vẫn giữ nguyên hằng số điện trường, đồng thời đạt tốc độ cao hơn trong khi giảm tiêu thụ điện năng của mạch MOS kỹ thuật số: hai thông số này trở thành những động lực thúc đẩy ngành công nghiệp vi điện tử cùng với mật độ tích hợp.

Lộ trình Công nghệ Quốc tế cho các Chất bán dẫn đã nhân mạnh trong các phiên bản ban đầu về "vi tiểu hình hóa" cũng như các lợi ích của nó liên quan đến hiệu suất, các tham số truyền thống trong Định luật Moore. Xu hướng gia tăng hiệu suất này sẽ tiếp tục được duy trì, trong khi hiệu suất có thể được đánh đổi với năng lượng tùy theo từng ứng dụng đơn lẻ, được duy trì bằng cách tích hợp vào các thiết bị các vật liệu mới cũng như ứng dụng khái niệm bán dẫn mới. Định hướng cho sự tiến bộ trong tương lai này được gọi là "Hơn cả Moore" ("More Moore").

Xu hướng thứ hai được đặc trưng bởi sự đa dạng hóa chức năng của những thiết bị dựa trên bán dẫn. Những chức năng phi kỹ thuật số này góp phần vào việc thu nhỏ các hệ thống điện tử, mặc dù chúng không nhất thiết phải có tỷ lệ kích thước tương tự như tốc độ phát triển của các chức năng kỹ thuật số như mô tả.

Lưu lượng dữ liệu di động dự kiến mỗi năm sẽ tăng gấp đôi trong thời điểm hiện tại và các nhà khai thác di động sẽ ngày càng gặp nhiều khó khăn trong việc cung cấp băng thông theo yêu cầu của khách hàng. Ở nhiều quốc gia, không thể có thêm phổ bổ sung và hiệu quả phổ của mạng di động đang đạt đến giới hạn vật lý. Giải pháp được đề xuất là tích hợp liền mạch các mạng Wi-Fi hiện có vào hệ sinh thái di động. Điều này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến hệ sinh thái IoT.

Các chip được thiết kế để thực hiện chức năng tích hợp được gọi là chip "multicom". Liên lạc Wi-Fi và băng thông cơ sở dự kiến sẽ tích hợp theo ba bước:

- 3G - các ứng dụng chạy trên thiết bị di động quyết định dữ liệu nào được xử lý qua mạng 3G và dữ liệu nào được định tuyến qua mạng Wi-Fi.

- LTE phiên bản 8 – cần chuyển liền mạch tất cả lưu lượng IP liên tục giữa các kết nối 3G và Wi-Fi.

- LTE phiên bản 10 - lưu lượng được định tuyến đồng thời qua các mạng 3G và Wi-Fi.

Để cho phép các chuyển giao được thực hiện thông suốt giữa các loại mạng, cấu trúc của các thiết bị di động có thể thay đổi và chip băng tần cơ sở dự kiến sẽ kiểm soát việc định tuyến để các thành phần kết nối được kết nối với băng tần cơ sở hoặc được tích hợp trong một gói silicon đơn lẻ. Sự thay đổi cấu trúc dẫn tới khả năng ngày càng nhiều công việc tích hợp được thực hiện bởi các nhà sản xuất băng tần cơ sở (các giải pháp năng lượng cực thấp) chứ không phải bởi các nhà sản xuất thiết bị cầm tay.

Thị trường liên lạc không dây là một trong những phân khúc phát triển nhanh nhất trong ngành công nghiệp mạch tích hợp. Nhờ đổi mới nhanh chóng, những thay đổi chóng mặt trong tiêu chuẩn truyền thông, sự tham gia của thành viên mới cùng với sự phát triển của các phân khúc thị trường mới sẽ dẫn đến những gián đoạn trong ngành công nghiệp này. Các giải pháp LTE và multicom sẽ gia tăng

áp lực cho việc củng cố ngành công nghiệp, trong khi sự lựa chọn giữa cấu trúc ARM và x86 buộc những người tham gia phải đặt cược lớn mà có thể gặp rủi ro.

Mạng tích hợp, xử lý thông tin, các khả năng cảm ứng và kích hoạt cho phép các thiết bị vật lý hoạt động trong môi trường biến thiên. Các hệ thống vật lý và không gian kết hợp chặt chẽ thể hiện mức độ tích hợp thông minh cao được gọi là các hệ thống không gian mạng. Các hệ thống này là một phần của các công nghệ hỗ trợ dành cho các ứng dụng IoT, trong đó các quá trình tính toán và vật lý của các hệ thống trên được liên kết và phối hợp chặt chẽ với nhau để hoạt động một cách hiệu quả, có hay không sự can thiệp của con người. Robot, tòa nhà thông minh, thiết bị y tế cấy ghép, phương tiện tự lái hoặc máy bay tự động bay trong không phận được kiểm soát là những ví dụ về các hệ thống không gian mạng có thể sẽ trở thành một phần của hệ sinh thái IoT.

Hiện nay, nhiều dự án và sáng kiến của Châu Âu đề cập đến các công nghệ và kiến trúc IoT. Do những chủ đề này có thể mang tính đa dạng và chuyên sâu cao nên đòi hỏi sự tích hợp mạnh mẽ các thành quả của từng cá thể. Trong bối cảnh này, tích hợp kiến trúc được xác định là quá trình mà thông qua đó các kiến trúc chuyên môn riêng biệt trong các dự án khác nhau ở Châu Âu được kết hợp, áp dụng và đồng hóa.

Chương trình Nghiên cứu và Đổi mới sáng tạo Chiến lược (SRIA) là kết quả của thảo luận về các dự án và bên tham gia vào các hoạt động của IERC, là nơi quy tụ những công ty lớn trong lĩnh vực CNTT-TT của châu Âu nhằm giải quyết các ưu tiên về công nghệ IoT thiết yếu có vai trò quan trọng cho năng lực cạnh tranh của ngành công nghiệp. Chương trình này đề cập đến các vấn đề và thách thức có ý nghĩa quan trọng đối với công nghệ IoT. Nó cung cấp tầm nhìn và lộ trình phối hợp và hợp lý hóa các nỗ lực nghiên cứu, phát triển hiện tại và tương lai trong lĩnh vực này bằng cách xử lý các công nghệ hỗ trợ khác nhau trong khái niệm và mô hình IoT.

Chương trình Nghiên cứu và Đổi mới sáng tạo Chiến lược được phát triển với sự hỗ trợ của một cộng đồng các dự án liên quan và các bên tham gia phục vụ cho quá trình đổi mới, sáng tạo, phát triển và sử dụng công nghệ IoT.

3.4.1. Các ứng dụng và kịch bản liên quan

Tầm nhìn IERC xác định "mục tiêu chính của IoT là tạo ra môi trường/không gian thông minh và những vật thể có khả năng tự nhận thức (ví dụ: giao thông thông minh, sản phẩm thông minh, thành phố thông minh, tòa nhà thông minh, cũng như nông thôn, năng lượng, y tế, sinh hoạt,... thông minh) về các vấn đề khí hậu, thực phẩm, năng lượng, di chuyển, xã hội số và các ứng dụng y tế".

Triển vọng cho tương lai là sự xuất hiện của một mạng lưới kết nối các đối tượng có thể nhận dạng và các đại diện ảo của chúng trong một cấu trúc tương tự

mạng Internet được đặt trên một mạng lưới các máy tính được kết nối với nhau, cho phép hình thành nên một nền tảng mới cho tăng trưởng kinh tế.

Khái niệm "thông minh" ("Smart") được hiểu là "xanh mới" và các sản phẩm, dịch vụ xanh sẽ được thay thế bằng các sản phẩm và dịch vụ thông minh. Các sản phẩm thông minh mang tính kinh doanh thực sự, có khả năng cung cấp tiết kiệm năng lượng và hiệu suất đến 30% và thường mang lại lợi nhuận đầu tư sau hai đến ba năm. Xu hướng này sẽ giúp triển khai các ứng dụng IoT và tạo ra các môi trường và không gian thông minh.

Ở cấp thành phố, việc tích hợp công nghệ và phân tích dữ liệu nhanh hơn sẽ dẫn đến phản hồi dân sự đối với các vấn đề an ninh và an toàn được phối hợp tốt hơn và hiệu quả cao hơn (thực thi pháp luật và các dịch vụ ánh sáng xanh); cùng với đó, nhu cầu thuê ngoài về năng lực an ninh cũng gia tăng.

Ở cấp độ một tòa nhà, công nghệ an ninh sẽ được tích hợp vào hệ thống và mang lại lợi tức đầu tư cho người dùng cuối thông qua việc tận dụng công nghệ trong nhiều ứng dụng (nhân sự, thời gian và sự tham gia, hành vi của khách hàng trong các ứng dụng bán lẻ, ...).

Việc phát triển các loại phương tiện vận tải "thông minh" có mức độ phát thải thấp (thậm chí bằng không) có khả năng sẽ được thúc đẩy. Chúng sẽ được kết nối với cơ sở hạ tầng. Ngoài ra, các nhà sản xuất ô tô cũng sẽ ưu tiên sử dụng các vật liệu "thông minh" nhiều hơn.

Bao bì thông minh sẽ là một giải pháp "xanh" giúp làm giảm lượng chất thải thực phẩm theo một cách thức riêng. Vật liệu thông minh sẽ được sử dụng để sản xuất ra các loại vải để may quần áo, mang lại cảm giác thoải mái hơn cho người sử dụng. Vật liệu thay đổi pha sẽ giúp điều chỉnh nhiệt độ bên trong các tòa nhà, giảm nhu cầu năng lượng dùng trong sưởi ấm và làm mát tòa nhà. Tăng cường đầu tư cho nghiên cứu và phát triển, các liên minh với các cơ quan khoa học và tạo ra giá trị với tài sản trí tuệ và dòng sản phẩm sẽ dẫn đến việc thay thế các chất phụ gia tổng hợp bằng các thành phần tự nhiên và chế biến thực phẩm làm giàu và giàu chất đạm với hình thức tiện lợi và ngon miệng. Nguồn nguyên liệu tại địa phương sẽ trở nên phổ biến hơn do vấn đề nhận thức về loại thực phẩm tiêu thụ của người tiêu dùng ngày được chú trọng.

Mục tiêu chủ yếu sẽ là làm cho thành phố trở nên thông minh hơn bằng cách tối ưu hoá các nguồn lực, nuôi dưỡng người dân bằng nền nông nghiệp đô thị, giảm tắc nghẽn giao thông, cung cấp nhiều hơn các loại hình dịch vụ cho phép việc di chuyển giữa nơi ở và các điểm đến được thực hiện nhanh chóng hơn, tăng khả năng tiếp cận các dịch vụ thiết yếu. Việc lắp đặt hệ thống an ninh thông minh tại các nút giao thông quan trọng trong thành phố trở nên rất cần thiết. Để hiện thực hóa những ý tưởng này, người ta sẽ sử dụng các loại cảm biến khác nhau.

Cảm biến đang dần chuyển sang trạng thái "thông minh". Sinh trắc học dự đoán sẽ được tích hợp với camera quan sát (CCTV) tại các khu vực nhạy cảm xung quanh thành phố. Thẻ căn cước công dân cũng sẽ trở thành một công cụ thiết yếu để nhận dạng cá nhân. Ngoài ra, các thành phố thông minh vào năm 2020 sẽ yêu cầu sử dụng hệ thống an ninh nhận dạng tự động theo thời gian thực.

Một loạt sản phẩm và khái niệm thông minh sẽ ảnh hưởng đáng kể đến ngành điện. Ví dụ, hệ thống cảm biến trong nhà sẽ điều chỉnh chiếu sáng như tắt đèn theo chu kỳ định sẵn khi không có chuyển động trong phòng. Các mạng trong nhà ở (Home Area Networks) sẽ cho phép các công ty điện lực hoặc cá nhân kiểm soát thời gian các thiết bị được sử dụng, tăng khả năng cho người tiêu dùng có thể xác định được thời điểm họ muốn sử dụng điện cũng như giá điện. Điều này được cho là sẽ giúp cân bằng nhu cầu sử dụng năng lượng vào giờ cao điểm, và phụ tải đều hơn theo thời gian. Việc giảm nhu cầu công suất cao điểm của nhà máy điện sẽ giúp giãn thời gian đầu tư đối với các công ty điện lực. Đồng hồ điện thông minh sẽ giúp lưu trữ điện và hạn chế sử dụng các mẫu tiêu thụ thông thường trong nhà. Tất cả các thiết bị sẽ được sử dụng làm các phương tiện tích điện, cũng như sử dụng điện. Quản lý sử dụng nguồn nước và mạng lưới cấp nước thông minh sẽ được tăng cường.

Các nhà máy xử lý nước thải sẽ phát triển thành các nhà máy lọc sinh học. Các quy trình xử lý nước thải cải tiến mới sẽ cho phép khôi phục mức nước, giúp thu hẹp khoảng cách ngày càng tăng giữa nhu cầu sử dụng và cung cấp nước.

Cảm biến và thiết bị tự cảm sẽ đánh dấu những đổi mới sáng tạo trong không gian Công nghệ Xây dựng. Khách hàng sẽ đòi hỏi các giải pháp tự động, tự kiểm soát có khả năng chẩn đoán và phát hiện lỗi ngày một cao hơn.

Sự phát triển của loại chip cấy ghép thông minh có khả năng giám sát và báo cáo tình trạng sức khỏe cá nhân theo định kỳ sẽ có sự tăng trưởng nhanh chóng. Máy bơm thông minh và thiết bị thông minh được dự đoán sẽ đóng góp đáng kể đến việc nâng cao tính hiệu quả. Thiết bị xử lý quy trình với tính "thông minh" với khả năng tự đánh giá và báo cáo về hiệu quả hoạt động, cho phép quản lý tài sản hiệu quả sẽ được chấp nhận sử dụng. Trong tương lai, pin sẽ được nạp từ các tín hiệu vô tuyến, điện thoại di động sẽ nạp năng lượng từ Wi-Fi. Các loại pin siêu nhỏ (đo bằng đơn vị micro, pico, femto) đồng nghĩa với mật độ pin cao hơn nhưng được đánh giá là sạch hơn, giúp tiết kiệm điện năng và chi phí, đồng thời khả năng xử lý thông lượng cũng hiệu quả hơn. Những ngôi nhà thông minh kết nối cho phép người dùng quản lý hiệu quả hơn đối với năng lượng, phương tiện liên lạc, an ninh và thiết bị; và sẽ trở thành một phần của các ứng dụng IoT trong tương lai.

Các thiết bị thử nghiệm và đo lường được dự đoán sẽ ngày càng trở nên thông minh hơn trong tương lai nhằm đáp ứng nhu cầu về các thiết bị mô đun có mức tiêu thụ năng lượng thấp hơn. Bên cạnh đó, hoạt động của các nhà máy sản xuất điện tử sẽ trở nên bền vững hơn với nguồn năng lượng tái tạo và năng lượng không sử dụng sẽ được bán lại cho hệ thống lưới điện, bảo tồn nguồn nước được cải thiện thông qua sử dụng nước mưa được hứng và triển khai các công nghệ xây dựng thông minh khác, biến các trạm này thành "Cơ sở Sản xuất Thông minh".

Công ty General Electric cho rằng thực tế này đang diễn ra thông qua sự hội tụ của hệ thống công nghiệp toàn cầu với sức mạnh của công nghệ máy tính tiên tiến, hoạt động phân tích dữ liệu, cảm biến chi phí thấp và các cấp độ kết nối mới thông qua Internet. Mối liên quan ngày càng sâu rộng của thế giới số với thế giới máy móc có tiềm năng mang lại sự chuyển đổi sâu sắc cho ngành công nghiệp toàn cầu, thậm chí cho nhiều mặt của cuộc sống hàng ngày. Internet Công nghiệp bắt đầu với sự xuất hiện của hệ thống cảm biến nhúng và thiết bị tiên tiến khác trong một loạt các loại máy móc có cấu tạo từ đơn giản đến cực kỳ phức tạp. Điều này cho phép thu thập và phân tích số lượng dữ liệu khổng lồ, có thể sử dụng để cải thiện hiệu suất của máy móc, tính hiệu quả của các hệ thống và mạng kết nối chúng. Thậm chí chính những dữ liệu cũng có thể trở nên "thông minh" khi chúng ngay lập tức có thể nhận biết được đối tượng sử dụng cần tiếp cận.

Trong bối cảnh này, khái niệm mới về Internet Năng lượng (IoE) đòi hỏi các cấu trúc dựa trên web nhằm đảm bảo cung cấp thông tin dựa trên nhu cầu và chuyển đổi từ sử dụng hệ thống điện truyền thống sang hệ thống lưới điện thông minh - được tự động hóa bằng việc sử dụng trí thông minh để vận hành, thực thi chính sách, giám sát và tự sửa chữa trong trường hợp cần thiết. Điều này đòi hỏi thực hiện tích hợp và kết nối lưới điện với mạng dữ liệu đại diện bởi Internet: sản xuất, truyền dẫn, phân phối, kiểm soát phân phối, đo lường và thanh toán, chẩn đoán phát hiện và hệ thống thông tin để có thể hoạt động liên tục và nhất quán.

Khái niệm này sẽ cho phép hoạt động sản xuất, lưu trữ và sử dụng năng lượng hiệu quả, cùng với đó là cân bằng cán cân cung - cầu thông qua sử dụng một IoE có tính tương thích với lưới năng lượng bằng cách xử lý dữ liệu, thông tin và kiến thức thông qua Internet. Trên thực tế, Internet Năng lượng sẽ sử dụng đường truyền cao tốc do Internet cung cấp để liên kết tới các máy tính, thiết bị và dịch vụ với mạng lưới năng lượng thông minh phân tán đóng vai trò là đường cao tốc dành cho các nguồn năng lượng tái tạo, cho phép các bên liên quan đầu tư vào công nghệ xanh và bán phần năng lượng thừa cho các công ty điện lực.

Các ứng dụng IoE được kết nối thông qua Internet Tương lai và IoT cho phép thực hiện tương tác an toàn, thông suốt và kết hợp với các hệ thống nhúng thông minh qua các cơ sở hạ tầng truyền thông không đồng nhất.

Sự phát triển của các thực thể thông minh được kỳ vọng sẽ khuyến khích sự phát triển các công nghệ mới cần thiết, góp phần giải quyết những thách thức đang tồn tại, bao gồm các vấn đề về sức khỏe cộng đồng, thực trạng già hóa dân số, bảo vệ môi trường và biến đổi khí hậu, bảo tồn năng lượng và vật liệu khan hiếm, tăng cường an toàn và an ninh, tiếp tục tăng trưởng nền kinh tế thịnh vượng. Trong tương lai, các ứng dụng IoT sẽ liên kết chặt chẽ hơn với CNTT-TT Xanh vì IoT sẽ có vai trò thúc đẩy các ứng dụng tiết kiệm năng lượng như lưới điện thông minh, xe điện kết nối, tòa nhà tiết kiệm năng lượng, từ đó, hình thành nên một thành phố xanh và thông minh.

3.4.2. Tâm nhìn chức năng IoT

Khái niệm IoT đề cập đến những vật thể chỉ có thể được nhận diện với các đại diện ảo của chúng trong một cấu trúc tương tự mạng Internet. Các giải pháp IoT bao gồm một số thiết bị sau đây:

- Mô-đun tương tác với các thiết bị IoT tại địa phương (ví dụ như nó sẽ được tích hợp vào điện thoại di động hoặc được đặt trong vùng lân cận với người sử dụng, nhờ đó có thể liên lạc qua một giao diện vô tuyến ngắn). Mô-đun này có chức năng thu nhận các quan sát và chuyển tiếp đến các máy chủ từ xa để phục vụ mục đích phân tích và lưu trữ vĩnh viễn.

- Mô-đun phân tích và xử lý các quan sát được thu bởi các thiết bị IoT địa phương.

- Mô-đun tương tác với các thiết bị IoT từ xa, trực tiếp qua Internet hoặc có thể qua máy chủ proxy. Mô-đun này có khả năng thu nhận các quan sát và chuyển tiếp tới các máy chủ từ xa để phục vụ mục đích phân tích và lưu trữ vĩnh viễn.

- Mô-đun phân tích và xử lý dữ liệu cụ thể ứng dụng. Mô-đun này chạy trên một máy chủ ứng dụng phục vụ tất cả các máy khách hàng. Nó nhận yêu cầu từ khách hàng thông qua điện thoại di động và web cũng như các quan sát IoT liên quan, thực hiện các thuật toán xử lý dữ liệu phù hợp và tạo ra sản lượng tri thức mà sau đó sẽ được giới thiệu tới người dùng.

- Mô-đun tích hợp thông tin do IoT tạo ra vào các quy trình kinh doanh của một doanh nghiệp. Mô-đun này sẽ đóng vai trò đặc biệt quan trọng do việc sử dụng dữ liệu IoT ngày càng tăng của các doanh nghiệp là một trong những yếu tố chủ chốt trong định nghĩa chiến lược kinh doanh hoặc kinh doanh hàng ngày.

- Giao diện người dùng (web hoặc điện thoại di động): thể hiện trực quan các phép đo trong một ngữ cảnh cụ thể (ví dụ: trên bản đồ) và tương tác với người dùng, nghĩa là các truy vấn của người dùng.

Điều quan trọng cần phải nhấn mạnh ở đây là: một trong những yếu tố quyết định cho sự thành công của IoT là việc bỏ qua các hệ thống khép kín theo chiều dọc hướng tới các hệ thống mở, dựa trên các giao diện lập trình ứng dụng (API-

Application Programming Interface) mở và các giao thức chuẩn hóa ở các cấp độ khác nhau trong hệ thống. Trong bối cảnh này, cấu trúc và nền tảng đổi mới sáng tạo là các yếu tố cần thiết để có thể hỗ trợ các ứng dụng IoT phức tạp và liên kết. Cách thức phát triển và áp dụng các khuôn khổ cấu trúc toàn diện bao gồm cả yếu tố vật lý và không gian mạng dựa trên công nghệ hỗ trợ cũng được coi là một vấn đề mang ý nghĩa quan trọng. Ngoài ra, việc xem xét xu hướng hội tụ công nghệ, nền tảng mới sẽ trở nên cần thiết đối với hoạt động truyền thông và để thu thập một cách hiệu quả các thông tin khả thi từ một lượng lớn dữ liệu thô, đồng thời, cung cấp khung thời gian và hệ thống mạnh mẽ để hỗ trợ các yêu cầu kiểm soát và đồng bộ hóa theo thời gian thực của hệ thống ảo/không gian mạng/vật lý phức tạp, được nối mạng và điều khiển.

Một số ứng dụng có sẵn trên các thị trường ứng dụng đóng góp một phần không nhỏ trong thành công của ngành công nghiệp điện thoại thông minh. Sự phát triển của các ứng dụng điện thoại thông minh đó chủ yếu là nhờ sự tham gia của cộng đồng các nhà phát triển nói chung. Các nhà phát triển đã sử dụng nền tảng mở của điện thoại thông minh cũng như công cụ phát triển tương ứng nhằm tạo ra nhiều ứng dụng và dễ dàng cung cấp đến số lượng người dùng ngày càng gia tăng thông qua thị trường ứng dụng.

Tương tự như vậy, một hệ sinh thái IoT phải được xây dựng, xác định đặc điểm, tính chất của các API mở cho các nhà phát triển, đồng thời, cung cấp các kênh phân phối các ứng dụng mới phù hợp. Các API mở này có ý nghĩa quan trọng ở cấp độ mô đun phân tích và xử lý dữ liệu ứng dụng cụ thể, cho phép các nhà phát triển ứng dụng tận dụng cơ sở hạ tầng truyền thông và sử dụng, kết hợp thông tin tạo ra bởi các thiết bị IoT để tạo ra giá trị gia tăng mới.

Mặc dù, đây có thể được coi là cấp độ rõ ràng nhất, cho thấy tầm quan trọng của các API mở, điều quan trọng không kém là cần đưa các API này vào các cấp khác nhau trong hệ thống. Trong khi đó, việc chú ý, ghi nhớ tính không đồng nhất và đa dạng của không gian ứng dụng IoT cũng hết sức cần thiết. Điều này sẽ hỗ trợ cho sự phát triển của một hệ sinh thái IoT khuyến khích phát triển các ứng dụng mới và các mô hình kinh doanh mới.

Một hệ thống hoàn chỉnh sẽ phải bao gồm các công cụ hỗ trợ giúp cung cấp cơ chế bảo mật và kinh doanh, tạo điều kiện hình thành mối tương tác giữa một số các thực thể kinh doanh khác nhau có thể tồn tại.

Những thách thức trong nghiên cứu:

- Thiết kế các API mở ở các cấp độ khác nhau của hệ sinh thái IoT; và
- Thiết kế các định dạng tiêu chuẩn mô tả dữ liệu được tạo ra bởi các thiết bị IoT cho phép trộn dữ liệu từ các tên miền và/hoặc nhà cung cấp khác nhau.

3.4.3. Lĩnh vực ứng dụng

Trong vài năm gần đây, sự phát triển của thị trường và ứng dụng, tiềm năng kinh tế và tác động của chúng đến nhu cầu giải quyết các xu hướng và thách thức xã hội trong nhiều thập kỷ đã thay đổi đáng kể. Các nhóm xu hướng xã hội có: sức khoẻ thể chất và sức khoẻ tinh thần, vận tải và di động, an ninh và an toàn, năng lượng và môi trường, truyền thông và xã hội điện tử. Các xu hướng này góp phần tạo nhiều cơ hội rõ rệt cho thị trường thiết bị điện tử tiêu dùng, điện tử ô tô, ứng dụng y học, truyền thông, ... Các ứng dụng trong những lĩnh vực này được hưởng lợi ích trực tiếp từ các công nghệ bán dẫn, truyền thông, mạng và phát triển phần mềm.

Các ứng dụng tiềm năng của IoT rất phong phú và đa dạng, thâm nhập vào các lĩnh vực thực tế trong cuộc sống hàng ngày của mỗi cá nhân (được gọi là “cuộc sống minh”), doanh nghiệp và xã hội nói chung. Chương trình Nghiên cứu Chiến lược IoT (SRA) đã xác định và mô tả các ứng dụng IoT chính, trong đó có nhiều ứng dụng thường được coi là lĩnh vực "dọc" như: năng lượng thông minh, sức khỏe thông minh, tòa nhà thông minh, vận chuyển thông minh, cuộc sống thông minh và thành phố thông minh. Tầm nhìn của một IoT phổ biến đòi hỏi việc tích hợp nhiều lĩnh vực dọc khác nhau thành một lĩnh vực ngang đơn nhất và thống nhất, thường được gọi là cuộc sống thông minh.

Các lĩnh vực ứng dụng IoT được xác định bởi IERC dựa trên kết quả phân tích của các chuyên gia, các cuộc điều tra và báo cáo. Ứng dụng IoT bao gồm: môi trường/không gian "thông minh" trong các lĩnh vực như: Vận tải, Xây dựng, Thành phố, Phong cách sống, Bán lẻ, Nông nghiệp, Nhà máy, Chuỗi cung ứng, Tình huống khẩn cấp, Chăm sóc Y tế, Tương tác với người sử dụng, Văn hoá và Du lịch, Môi trường và Năng lượng.

Các lĩnh vực ứng dụng bao gồm cả Internet công nghiệp nơi các thiết bị thông minh, hệ thống thông minh, quyết định thông minh đại diện cho những phương thức chính mà thế giới vật lý của máy móc, thiết bị và mạng có thể kết hợp chặt chẽ hơn với những kết nối, dữ liệu lớn và hoạt động phân tích của thế giới kỹ thuật số.

Danh sách được liệt kê dưới đây bao gồm các ví dụ về ứng dụng IoT trong nhiều lĩnh vực khác nhau, cho thấy IoT là một trong những xu hướng công nghệ chiến lược trong 5 năm tới.

Không gian ứng dụng IoT rất đa dạng và các ứng dụng IoT phục vụ nhiều đối tượng sử dụng khác nhau. Các kiểu đối tượng sử dụng khác nhau có nhu cầu sử dụng khác nhau. Từ quan điểm IoT cho thấy có ba kiểu đối tượng sử dụng quan trọng như sau:

- Người dân;

- Cộng đồng dân cư (của thành phố, vùng, quốc gia hay xã hội nói chung);
- Doanh nghiệp.

Ví dụ về nhu cầu sử dụng các ứng dụng IoT của người dân/người sử dụng gồm các mục đích sau đây:

- Nhằm gia tăng mức độ an toàn cho bản thân hay thân nhân của họ. Ví dụ: hệ thống báo động được điều khiển từ xa hoặc thiết bị theo dõi và phát hiện hoạt động của người cao tuổi;

- Nhằm thực hiện một số hoạt động nhất định theo cách thức thuận tiện hơn. Ví dụ: máy nhắc nhở kiểm kê cá nhân;

- Nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống. Ví dụ: theo dõi các thông số sức khoẻ trong khi tập luyện và nhận được lời khuyên, tư vấn từ chuyên gia dựa trên kết quả kiểm tra, hoặc nhận hỗ trợ trong quá trình mua sắm;

- Nhằm giảm thiểu chi phí sinh hoạt. Ví dụ: sử dụng các thiết bị tự động hóa giúp giảm thiểu điện tiêu thụ và chi phí tổng thể.

Xã hội là đối tượng sử dụng ứng dụng IoT theo nhiều mục đích khác nhau. Nó liên quan đến các vấn đề có ý nghĩa quan trọng đối với toàn thể cộng đồng và thường đề cập đến những thách thức trung và dài hạn.

Một số nhu cầu thúc đẩy xã hội được coi như đối tượng sử dụng tiềm năng của IoT gồm có:

- Nhằm đảm bảo an toàn công cộng. Trong bối cảnh có nhiều thảm họa xảy ra trong thời gian gần đây, như thảm họa hạt nhân ở Nhật Bản, sóng thần ở Ấn Độ Dương, động đất, các vụ tấn công khủng bố, ... một trong những mối quan tâm chính của xã hội là khả năng dự đoán được các sự cố càng sớm càng tốt cũng như thực hiện nhiệm vụ cứu hộ và phục hồi hiệu quả hơn. Một ví dụ điển hình về ứng dụng công nghệ IoT có thể kể đến là: trong vụ thảm họa hạt nhân xảy ra tại Nhật Bản, rất nhiều máy đếm ghai-ghe cá nhân đã được kết nối Internet nhằm cung cấp thông tin chi tiết về mức độ bức xạ phát tán ra môi trường xung quanh nhiều khu vực tại Nhật Bản.

- Nhằm mục đích bảo vệ môi trường

◦ Các yêu cầu về giảm phát thải cacbon đã được nêu trong nhiều luật và hiệp định khác nhau nhằm giảm thiểu tác động lên hành tinh và khuyến khích phát triển bền vững;

◦ Giám sát các chất ô nhiễm trong môi trường, đặc biệt là trong không khí và nước;

◦ Quản lý nguồn chất thải, không chỉ chất thải nói chung mà các thiết bị điện và hàng hoá nguy hiểm khác cũng được xem là những chủ đề cốt lõi, đầy thách thức trong mọi xã hội;

◦ Việc sử dụng hiệu quả các nguồn năng lượng và tài nguyên thiên nhiên có ý nghĩa hết sức quan trọng đối với sự phát triển của một quốc gia và hoạt động bảo vệ nguồn tài nguyên của nó.

- Tạo việc làm mới và duy trì những công việc hiện có là những vấn đề đóng vai trò quan trọng để có thể duy trì chất lượng cuộc sống ở mức cao. Doanh nghiệp thuộc nhóm đối tượng thứ ba sử dụng IoT, họ có các nhu cầu và cách thức giới thiệu và trình bày các giải pháp dựa trên IoT khác nhau:

- Tăng năng suất - đây là vấn đề cốt lõi của hầu hết các doanh nghiệp và nó tác động đến thành công và lợi nhuận của doanh nghiệp;

- Tạo sự khác biệt trên thị trường - trong một thị trường bão hòa với rất nhiều sản phẩm và giải pháp tương tự nhau, điều quan trọng nhất là phải tạo được sự khác biệt, và IoT là một trong những khác biệt đáng chú ý;

- Hiệu quả chi phí - giảm chi phí điều hành doanh nghiệp là một "thần chú" đối với hầu hết các CEO. Việc biết tận dụng hiệu quả các nguồn lực, thông tin trong quá trình đưa ra quyết định hoặc hạn chế thời gian chết là những phương pháp khả thi để có thể đạt được điều này.

Những lý giải về nhu cầu của mỗi loại đối tượng sử dụng được đề cập từ góc nhìn châu Âu. Để nhận thức rõ những vấn đề này, điều quan trọng là cần phải nắm bắt và phân tích những tác động của những nhu cầu này đối với sự thay đổi của thế giới. Bức tranh hoàn thiện cho thấy chúng ta hoàn toàn sẽ có khả năng thúc đẩy sự phát triển của IoT theo đúng hướng.

Một chủ đề quan trọng cần được nhận thức đầy đủ là lý do kinh doanh đằng sau việc sử dụng các ứng dụng. Nói cách khác là cần phải hiểu được giá trị mà một ứng dụng tạo ra.

Các câu hỏi nghiên cứu chính thường được đặt ra là: ai đầu tư chi phí để tạo ra giá trị đó; mô hình doanh thu và động lực tham gia, sử dụng hoặc đóng góp vào ứng dụng là gì? Một lần nữa, do sự đa dạng của lĩnh vực ứng dụng IoT và các nguồn động lực khác đằng sau các ứng dụng nên chúng ta không thể xác định một mô hình kinh doanh phổ cập. Ví dụ, trong trường hợp khi các cá nhân sử dụng ứng dụng, đó chỉ đơn giản được coi là họ đang trả phí cho một dịch vụ cải thiện chất lượng cuộc sống của chính họ. Nói cách khác, các dịch vụ cộng đồng thì thường gặp nhiều khó khăn hơn vì chúng phải đáp ứng nhu cầu của cả một cộng đồng lớn hơn. Mặc dù toàn bộ cộng đồng có thể sẵn sàng chi trả (thông qua ngân sách địa phương), nhưng chúng ta phải nắm rõ được những hạn chế trong quản lý ngân sách công và các cách thức triển khai và vận hành các dịch vụ đó cũng cần phải được giám sát chặt chẽ.

4. TƯƠNG LAI CỦA INTERNET VẠN VẬT

4.1. *Tiềm năng tăng trưởng*

Mặc dù IoT vẫn đang trong giai đoạn mới bắt đầu được áp dụng triển khai, tuy nhiên phạm vi ứng dụng của nó vô cùng lớn, và danh mục ứng dụng của nó đang ngày càng kéo dài. Nếu công nghệ IoT được phát triển rộng rãi, nó có khả năng giải quyết và đáp ứng được nhiều nhu cầu lớn, bao gồm cải thiện nâng cao năng suất nguồn tài nguyên và quản lý cơ sở hạ tầng. Các mạng lưới thông minh cho điện, nước và hệ thống vận tải là những ví dụ điển hình. Những ngành dịch vụ công cộng (cấp nước, điện, mạng lưới xe buýt,...) thuộc trong số các ngành có ứng dụng IoT từ rất sớm.

Các cảm biến là yếu tố thiết yếu đối với các hệ thống lưới điện thông minh, cung cấp cho các nhà vận hành lưới điện công cụ để đo lường việc sử dụng và hoạt động mạng lưới trong thời gian thực. Điều này có ý nghĩa rất lớn bởi thay vì chờ đợi để tiếp nhận những cuộc gọi thông báo từ khách hàng khi các thiết bị chiếu sáng của họ bị ngắt, các công ty điện có thể lập tức tìm ra lỗi hỏng nào đó khi sự cố xảy ra, và thậm chí trong một số trường hợp, họ có thể khôi phục lại nguồn năng lượng bằng việc định tuyến dịch vụ ở gần những thiết bị phát truyền điện bị hỏng này.

Minnesota Power, một công ty điện lực tại Hoa Kỳ, đã lắp đặt một hệ thống lưới điện thông minh và nâng cấp các đường dây nhánh để cho phép công ty có thể cung cấp việc kiểm soát 100% thời gian sử dụng cho khách hàng thương mại. Ngoài ra, các bộ cảm biến đã kết nối Internet cũng được sử dụng để theo dõi các cơn địa chấn bên dưới lớp vỏ trái đất và theo dõi dòng chảy của nguồn nước thông qua các ống cấp nước. Trong ngành công nghiệp năng lượng, các bộ cảm biến được sử dụng để lập bản đồ các mỏ nhiên liệu hóa thạch chưa được khám phá để chỉ ra các vị trí mỏ khoáng sản.

Công nghệ IoT cũng có thể tác động trực tiếp lên sự sống và sức khỏe của con người. Thứ gọi là Khái niệm tự định lượng (Quantified Self concept) - liên quan đến việc ứng dụng các bộ cảm biến để theo dõi hoạt động tập luyện hoặc giám sát sức khỏe - là khuynh hướng ngày càng phổ biến nhờ có trang bị các công nghệ IoT. Ví dụ, hiện nay có nhiều công ty chuyên bán các bộ cảm biến cầm tay để cho phép người tiêu dùng theo dõi quãng đường mà họ đã chạy được, nhịp tim của họ và các dữ liệu khác phát ra trong thời gian tập luyện, các dữ liệu này sau đó có thể dùng để quản lý sức khỏe cá nhân mỗi người. Hoặc ví dụ như, các bác sỹ có thể tiến hành triển khai thực hiện kỹ thuật “nội soi đường tiêu hóa bằng viên nang”. Viên nang này được gắn một camera dạng viên thuốc có kích thước rất nhỏ. Sau khi bệnh nhân được uống viên nang này, nó có khả năng truyền dẫn

dữ liệu bên trong hệ thống đường tiêu hóa của bệnh nhân và chuyển hình ảnh đến một máy tính ghi dữ liệu.

Một số cải tiến công nghệ không những nâng cao hiệu suất của các ứng dụng IoT mà còn giảm chi phí. Giá thành của thẻ định danh RFID và thiết bị cảm biến đang ngày càng giảm. Từ năm 2010, doanh số thiết bị cảm biến tăng khoảng 70%/ mỗi năm, và việc cải tiến công nghệ đang tạo ra nhiều loại thiết bị cảm biến có nhiều tính năng hơn và có giá cả hợp lý hơn. Nhiều thiết bị cảm biến hiện đang được tích hợp vào trong các thiết bị vật lý, và việc quản lý công suất được cải thiện cho phép các thiết bị có thể hoạt động mà không cần bảo dưỡng trong một thời gian khá dài.

Công nghệ chế tạo hàng loạt và kỹ thuật thu nhỏ sản phẩm giúp cho nó có thể tích hợp các thiết bị cảm biến thậm chí trong cả những thiết bị cực nhỏ; ví dụ như, một chiếc điện thoại thông minh có thể có một con chip có chứa một bộ cảm biến định vị, một nhiệt kế, và một máy phát hiện chuyển động. Cuối cùng, sự lan tỏa của các mạng lưới dữ liệu không dây tốc độ cao đang ngày càng mở rộng các vùng phủ sóng của Internet di động, giúp mở đường cho IoT được ứng dụng rộng rãi hơn.

4.2. Tác động kinh tế

Tác động kinh tế tiềm năng của IoT được ước tính từ 2,7 ngàn tỷ đến 6,2 ngàn tỷ đôla mỗi năm vào năm 2025 thông qua việc ứng dụng một nửa các ứng dụng chính. Tác động lớn nhất trong số các ứng dụng đã xác định được là trong lĩnh vực chăm sóc sức khỏe và trong sản xuất chế tạo. Thông qua các ứng dụng chăm sóc sức khỏe được phân tích, công nghệ IoT có thể tạo ra một tác động kinh tế lớn từ 1,1 nghìn tỷ đến 2,5 nghìn tỷ đôla mỗi năm vào 2025.

Lợi ích lớn nhất trong chăm sóc y tế là có thể nâng cao chất lượng trong điều trị cho các bệnh nhân bị bệnh mãn tính. Khi sử dụng các bộ cảm biến để ghi lại các thông số dữ liệu y học ở bệnh nhân khi họ ở nhà, các bác sỹ và y tá sẽ được thiết bị cảm biến cảnh báo khi xuất hiện các dấu hiệu ở mức nguy hiểm chẳng hạn như sự sụt giảm nguy hiểm mức đường ở bệnh nhân mắc bệnh tiểu đường.

Việc tư vấn cho bệnh nhân biện pháp sơ cứu ở nhà hoặc điều trị ngoại trú cho bệnh nhân có thể giúp cho bệnh nhân làm giảm chi phí khám chữa bệnh, tần suất nhập viện cấp cứu và tránh tình trạng nằm viện không cần thiết. Chi phí điều trị đối với các bệnh mãn tính chiếm khoảng 60% tổng chi phí dùng chăm sóc y tế, và hàng năm chi phí điều trị những căn bệnh này vào năm 2025 có thể lên tới 15,5 nghìn tỷ đôla trên toàn thế giới. Nếu ứng dụng các thiết bị cảm biến này để theo dõi bệnh nhân từ xa sẽ có thể giảm được mức chi phí xuống còn 10% - 20%, mặc dù giá trị thực hiện có thể bị giảm bởi các yếu tố chẳng hạn như tỷ lệ chấp nhận dụng và tỷ lệ bệnh nhân không tương thích thiết bị (hoặc phản ứng).

Các giá trị bổ sung từ việc ứng dụng các hệ thống IoT trong chăm sóc y tế bao gồm cả việc giám sát sức khỏe trong bệnh viện. Căn cứ vào từng trường hợp cụ thể, các bác sỹ và y tá tiếp cận với các dữ liệu thời gian thực ở mỗi bệnh nhân, và điều này có thể giúp giảm thời gian làm việc từ 30 phút đến một giờ đồng hồ mỗi ngày cho mỗi y tá. Thuốc giả sẽ là vấn đề chăm sóc y tế khác sẽ được giải quyết bằng công nghệ IoT. Hiện nay, thị trường thuốc giả hàng năm là 75 tỷ đôla và số tiền này tăng lên khoảng 20% mỗi năm. Việc gắn các thiết bị cảm biến vào các chai lọ và bao bì đựng thuốc có thể giảm được nạn buôn bán hàng giả bởi vì thiết bị này sẽ giúp người tiêu dùng biết được các dược phẩm họ mua là chính thống và đảm bảo chất lượng. Ước tính công nghệ này có thể dùng cho khoảng 30% - 50% các loại thuốc với tỷ lệ thành công từ 80% - 100%.

Trong sản xuất chế tạo, công nghệ IoT có thể cải thiện được hiệu suất làm việc theo nhiều cách. Các thiết bị cảm biến có thể dùng để theo dõi máy móc và cung cấp thông tin ở thời gian thực mới nhất về trạng thái thiết bị và có thể giảm thời gian chết. Các thiết bị cảm biến cũng có thể gắn vào các xe tải và các pallet để cải thiện khả năng quản lý và theo dõi chuỗi cung ứng. Chúng có thể để giám sát lưu lượng của hàng hóa tồn kho trong nhà máy hoặc ở giữa các xưởng làm việc khác nhau, từ đó làm giảm mức hàng hóa tồn kho trong quá trình sản xuất, giảm thời gian chờ.

Trong chế tạo dụng cụ chính xác, các bộ cảm biến và bộ truyền động thậm chí có thể thay đổi vị trí của vật thể khi chúng di chuyển xuống dây chuyền lắp ráp, đảm bảo chúng tiếp cận máy công cụ ở vị trí tối ưu, tránh được những sai lệch vị trí rất nhỏ mà có thể nứt hoặc thậm chí làm hỏng máy công cụ trong quá trình xử lý. Ước tính năng suất tăng tương đương có thể từ 2,5% - 5% khi ứng dụng công nghệ Internet of Things vào trong các ngành công nghiệp chế tạo sử dụng các phương pháp chế tạo liên tiếp và rời rạc. Tổng chi phí hoạt động của sản xuất toàn cầu hiện nay khoảng 25 nghìn tỷ đôla mỗi năm và có thể đạt được hơn 47 nghìn tỷ đôla vào năm 2025. Với giá thành thiết bị cảm biến thấp và nhu cầu tối ưu hóa trong sản xuất lớn, do đó tỷ lệ áp dụng thiết bị cảm biến công nghệ IoT là rất cao; trên thực tế, có đến 80% - 100% toàn bộ quá trình chế tạo sản xuất có thể áp dụng các ứng dụng của IoT vào năm 2025. Điều này mang lại những tác động kinh tế tiềm năng từ 900 tỷ đến 2,3 nghìn tỷ đôla mỗi năm vào năm 2025.

Các hệ thống lưới điện thông minh là một ứng dụng quan trọng của IoT, với giá trị tiềm năng ước tính có thể từ 200 tỷ - 500 tỷ đôla vào năm 2025. Phần lớn tác động này có thể xuất phát từ các ứng dụng quản lý nhu cầu để có thể giảm chi phí sử dụng cao điểm, đồng nghĩa với việc có thể giảm chi phí mua điện với mức giá cao nhất. Nhiều khách hàng thương mại đã tránh ứng dụng các quy trình hoạt động và sản xuất tiêu tốn nhiều năng lượng trong thời gian cao điểm. Những đơn vị vận hành các trung tâm dữ liệu, là một trong số khách hàng có mức tiêu thụ

điện tăng nhanh nhất, đang bắt đầu áp dụng các kỹ thuật quản lý điện dựa trên thông tin lưới điện thời gian thực. Cùng với các lưới điện thông minh, các khách hàng có thể cho phép các công ty điện lực tự động giảm công suất những hệ thống và thiết bị tiêu thụ năng lượng cao trong thời gian cao điểm hoặc họ có thể tự lựa chọn dựa trên thông tin mức giá tiêu thụ thời gian thực mà các công ty điện lực cung cấp. Quản lý nhu cầu có thể giảm bớt các nhu cầu trong giờ cao điểm từ 2% - 4% hay giảm được nhu cầu điện tổng thể từ 1% - 2%. Điều này có thể cho phép các công ty dịch vụ công cộng tránh được việc đầu tư hàng nghìn tỷ đôla xây dựng thêm các trạm điện thế, cơ sở hạ tầng và tăng công suất.

Lưới điện thông minh cũng cho phép giảm được chi phí vận hành của các công ty cung cấp điện bằng việc cung cấp thông tin thời gian thực về trạng thái của lưới điện. Những lợi ích tiềm năng của việc này bao gồm giảm được tổng thời gian bị ngưng hoạt động và giảm lãng phí điện bằng cách điều chỉnh điện áp và cân bằng tải giữa các tuyến tốt hơn. Các thiết bị cảm biến lưới điện có thể giám sát và chẩn đoán các vấn đề của hệ thống để có thể tránh được các sự cố xảy ra và giảm chi phí bảo trì. Đồng hồ thông minh được trang bị khả năng truyền thông tin 2 chiều có thể giúp làm giảm sự cố ngưng hoạt động trong thời gian ngắn và có khả năng phát hiện nhanh các sự cố làm ngưng hoạt động. Những chiếc đồng hồ thông minh này cũng có thể tự động đọc số đo, cung cấp những số liệu cần thiết để cho con người có thể tập hợp thông tin một cách nhanh chóng.

Internet Vạn vật là một công cụ tạo khả năng quan trọng trong việc quản lý tốt hơn các hệ thống, cơ sở hạ tầng và dịch vụ thành thị bao gồm hệ thống giao thông, hệ thống nước sạch và nước thải, và các hệ thống an toàn công cộng. Ví dụ, các thiết bị cảm biến dùng theo dõi mô hình giao thông có thể phát ra các dữ liệu để tối ưu hóa lưu lượng bằng cách điều chỉnh thời gian của các đèn tín hiệu giao thông, thay đổi tuyến xe buýt. Các thiết bị cảm biến cũng có thể tự động kích hoạt nút báo động để chuyển hướng lưu lượng giao thông ở khu vực xảy ra tai nạn để giảm thiểu thời gian ùn tắc chậm trễ gây tốn kém. Một số thành phố như London, Singapore, và Houston đều thực sự đã giảm được đáng kể thời gian di chuyển khi ứng dụng công nghệ này. Căn cứ vào ví dụ này, các thành phố có thể cắt giảm thời gian lưu thông trên đường của các phương tiện giao thông trung bình từ 10% - 20%, tiết kiệm được hàng trăm triệu giờ đồng hồ mỗi năm.

Các thành phố cũng có thể ứng dụng công nghệ IoT để thu gom rác và cải thiện quản lý nguồn nước đạt hiệu quả hơn. Tại Hoa Kỳ, thành phố Cleveland và Cincinnati ở Ohio đã cung cấp cho các hộ gia đình các thùng chứa rác và thùng tái chế có trang bị thẻ định vị RFID, cho phép các chính quyền thành phố xem xét liệu các cư dân có thực hiện việc bỏ rác vào thùng chứa rác và thùng tái chế theo đúng những ngày quy định hay không.

Theo một kết quả nghiên cứu về những dữ liệu này cho thấy, thành phố Cleveland đã giảm được 10 tuyến xe buýt đưa đón và giảm chi phí vận hành đến 13% nhờ năng suất lao động đã được cải thiện. Cả hai thành phố này cũng đã thiết lập được các chương trình “thải rác bao nhiêu, trả tiền bấy nhiêu”, điều này đòi hỏi người dân phải trả thêm tiền cho phần rác nhiều hơn so với các thùng rác do thành phố cấp. Tại thành phố Cincinnati, lượng rác thải sinh hoạt đã giảm xuống 17% và khối lượng tái chế đã tăng lên 49% nhờ việc áp dụng các chương trình này. Các biện pháp trên có thể giảm được chi phí xử lý chất thải từ 10% - 20% vào năm 2025.

Các thành phố Doha, São Paulo, và Bắc Kinh (Trung Quốc) đều dùng các thiết bị cảm biến gắn vào các đường ống, các loại máy bơm và các hạ tầng cơ sở đường thủy để giám sát theo dõi các trạng thái và quản lý tình trạng mất nước, xác định và sửa chữa những chỗ rò rỉ nước hoặc thay đổi áp suất khi cần. Trung bình, các thành phố này đều đã giảm được tình trạng thất thoát nước 40 đến 50%. Các thiết bị đồng hồ thông minh đặt ở điểm cuối của người dùng sẽ cho phép giám sát nhu cầu và phát hiện rò rỉ ở thời gian thực, từ đó giảm chi phí. Thành phố Dubuque và Indianapolis (Hoa Kỳ, cũng như thành phố Malta, New Delhi, và Barrie (ở Ontario) trung bình đã giảm được 5 - 10% lượng nước sử dụng thông qua việc ứng dụng các thiết bị thông minh này. Tổng mức tác động kinh tế tiềm năng từ các ứng dụng giao thông, quản lý chất thải thông minh, và hệ thống nước thông minh ở khu vực thành thị có thể đạt từ 100 tỷ - 300 tỷ đôla mỗi năm vào năm 2025. Giả định rằng 80% đến 100% các thành phố có nền kinh tế tiên tiến và 25% - 50% các thành phố ở các nước đang phát triển có thể tiếp cận công nghệ vào năm 2025.

Internet Vạn vật cũng có thể cải thiện các nỗ lực thực thi pháp luật và có thể sớm tiến hành thực hiện gắn các thiết bị cảm biến giá rẻ vào các cột đèn điện, vỉa hè, và các vật thể thuộc sở hữu công khác nhằm ghi lại âm thanh và hình ảnh được phân tích ở thời gian thực - lấy ví dụ, xác định nơi phát ra tiếng súng bằng cách phân tích âm thanh từ nhiều thiết bị cảm biến cùng một lúc. Điều này sẽ giúp cho cảnh sát có thể đạt hiệu quả cao hơn, giảm được cả chi phí về nhân lực và kinh tế cho điều tra tội phạm. Chi phí kinh tế phục vụ điều tra tội phạm ước tính bằng 5-10% /tổng GDP trên toàn thế giới. Nếu giảm được 4-5% thì tác động kinh tế tiềm năng có thể đạt từ 100 tỷ đến 200 tỷ đôla mỗi năm vào năm 2025.

Đối với các ngành công nghệ khai thác dầu, kim loại và khoáng sản, công nghệ IoT có thể giúp chúng ta tìm kiếm phát hiện, lập được bản đồ vị trí khoáng sản và có thể tăng khả năng thu hồi. Việc ứng dụng các thiết bị cảm biến và dữ liệu lớn trong quá trình khai thác vật liệu cơ bản có thể giảm từ 5% - 10% các chi phí vận hành. Ước tính tổng chi phí vận hành đối với các ngành công nghệ khai thác dầu, kim loại và khoáng sản vào năm 2025 là 1,4 nghìn tỷ đôla. Việc áp dụng

công nghệ IoT có thể rất lớn đối với ngành công nghiệp này, có thể đạt từ 80% - 100%. Ở mức độ áp dụng này, tác động kinh tế tiềm năng có thể đạt được từ 100 tỷ đến 200 tỷ đôla mỗi năm vào năm 2025.

Trong nông nghiệp, IoT có tiềm năng tạo ra các giá trị đáng kể. Ví dụ, các thiết bị cảm biến lá cây có thể đo ứng suất trong các loại cây trồng dựa vào các cấp độ của hơi ẩm. Thiết bị cảm biến đất có thể tập hợp thông tin về lượng nước chảy vào ruộng và theo dõi những thay đổi về độ ẩm của đất, cacbon, nitơ, và nhiệt độ của đất. Những dữ liệu này có thể giúp người nông dân tối ưu hóa thời gian tưới cho cây và tránh được những thiệt hại mùa màng.

Dữ liệu về đất và thực vật có thể dùng để hướng dẫn phương pháp tưới nhỏ giọt, phương pháp chính là sẽ đưa phân bón dạng lỏng chảy qua các hệ thống tưới nhỏ giọt để đảm bảo các cây trồng có thể nhận được một lượng dinh dưỡng và nước đúng liều lượng ở mọi thời điểm. Ví dụ, ở Hoa Kỳ, kết quả ứng dụng tưới nhỏ giọt tại Trang trại Stamp Farms, thành phố Decatur, Michigan cho thấy sản lượng ngô đã tăng lên từ 10% - 40%. Việc ứng dụng các dữ liệu cảm biến để “canh tác chính xác” ước tính có thể tăng sản lượng từ 10% - 20% trên toàn cầu. Giả sử có 25% - 50% các trang trại đều áp dụng các phương pháp tiếp cận này, IoT có khả năng tạo ra thêm được 100 tỷ đô la mỗi năm vào năm 2025.

Internet vạn vật có thể hỗ trợ giải quyết các thách thức "hết hàng" trong kinh doanh bán lẻ. Người ta ước tính, các nhà bán lẻ bị mất tương đương 4% doanh số bán ra hàng năm do không còn hàng trong kho để bán cho người tiêu dùng. Đến năm 2025, con số này có thể tương ứng với 200 tỷ đôla/năm. Ước tính 35% - 50% giá trị này sẽ có thể thu hồi lại được khi ứng dụng các cảm biến và các thẻ định vị để thắt chặt chuỗi cung ứng và dự đoán chính xác những khu vực có thể xảy ra sự cố hàng đã bán hết. Điều này có thể thúc đẩy tác động kinh tế tiềm năng từ 20 tỷ đến 100 tỷ đô la mỗi năm vào năm 2025.

Việc trang bị các thiết bị cảm biến cho các xe ô tô để ngăn ngừa tai nạn xảy ra có thể tạo ra giá trị kinh tế tới 50 tỷ đôla mỗi năm vào năm 2025. Điều này ước tính những thiệt hại về tài sản sẽ giảm xuống nếu như hệ thống phanh tự động được ứng dụng rộng rãi, nó có thể ngăn ngừa phần lớn các vụ va chạm có tốc độ di chuyển thấp (ở đây loại trừ các vụ va chạm có tốc độ cao, thường liên quan đến thương tật hay tử vong). Ước tính rằng có thể tránh được 25% những thiệt hại gây ra bởi các vụ tai nạn tốc độ thấp khi ứng dụng công nghệ IoT, giảm thiệt hại về tài sản lên đến 50 tỷ đô la trên toàn cầu.

4.3. Những rào cản và thuận lợi

Internet Vạn vật có triển vọng rất lớn, nhưng tất cả các yếu tố này vẫn chưa thể đảm bảo rằng việc quan tâm nhiều hơn đến công nghệ này sẽ đồng nghĩa với việc công nghệ IoT sẽ được đầu tư và ứng dụng rộng rãi. Các vấn đề về kỹ thuật,

tài chính và kiểm soát phải được giải quyết. Ví dụ, những người thực hiện cần chứng minh các mô hình kinh doanh dựa vào các thiết bị cảm biến có ứng dụng công nghệ IoT sẽ tạo ra các giá trị lớn hơn rất nhiều.

Về mặt công nghệ, giá thành của các thiết bị cảm biến và các bộ truyền động phải giảm được xuống mức mà có thể tạo ra việc sử dụng rộng rãi. Ngoài ra, các nhà cung cấp công nghệ cần thống nhất các tiêu chuẩn để có thể cho phép mở rộng khả năng tương tác giữa các thiết bị cảm biến, máy tính và bộ truyền động. Cho đến khi có được các tiêu chuẩn này, việc đầu tư ứng dụng IoT sẽ cần nhiều nỗ lực để xây dựng và duy trì các hệ thống tích hợp.

Sự phát triển cũng cần thiết tạo ra các phần mềm có thể tập hợp, phân tích dữ liệu và chuyển những kết quả sau khi phân tích được theo cách có ích cho những người ra quyết định hoặc dùng cho các hệ thống tự động (ví dụ, tính toán các liều thuốc dựa trên dữ liệu bệnh nhân ở thời gian thực).

Internet vạn vật cũng phải đối mặt với các rào cản do sự lo ngại về an ninh và bí mật cá nhân, điều này đòi hỏi phải tác động đến cả doanh nghiệp và các nhà hoạch định chính sách. Khi ứng dụng IoT trở nên phức tạp tinh vi hơn và nhiều hoạt động nằm dưới sự giám sát của các hệ thống cảm biến, bảo mật dữ liệu và độ tin cậy của hệ thống mạng sẽ là những mối quan tâm rất lớn. Khi các thiết bị cảm biến được đưa vào ứng dụng trong cuộc sống của người tiêu dùng thông qua các hệ thống kiểm soát giao thông, các ứng dụng chăm sóc sức khỏe, lưới điện thông minh, và sử dụng không gian bán lẻ, những lo ngại sẽ gia tăng về việc các dữ liệu thu thập sẽ được sử dụng như thế nào.

Các thông tin từ các thiết bị máy theo dõi y tế sẽ dùng để từ chối bảo hiểm y tế cá nhân? Các tin tặc có thể đánh cắp các dữ liệu cảm biến có liên quan đến hành trình di chuyển ô tô để theo dõi các hoạt động cá nhân? Các doanh nghiệp và cả các nhà quản lý sẽ phải giải quyết những câu hỏi tương tự như vậy để thúc đẩy việc áp dụng rộng rãi các công nghệ này.

Đối với cả người tiêu dùng và các doanh nghiệp, các hệ thống dựa trên thiết bị cảm biến cũng gây ra các vấn đề pháp lý mà các nhà hoạch định chính sách cần phải giải quyết. Ví dụ, chưa rõ ai sẽ chịu trách nhiệm pháp lý đối với thương tật hay hư hại gây ra bởi những hỏng hóc trong các hệ thống vòng kín trong đó thuật toán chỉ định các hành động của máy tính.

KẾT LUẬN

Internet Vạn vật là một khái niệm bao quát nên rất khó hình dung được các phương thức mà công nghệ này có thể sẽ ảnh hưởng đến các ngành kinh doanh, kinh tế và xã hội. Lần đầu tiên, máy tính có thể nhận được dữ liệu từ hầu hết các vật thể vật lý, cho phép chúng ta giám sát sự an toàn và hiệu quả của máy móc, đồ vật, đất đai, và thậm chí cả con người.

Sử dụng các dữ liệu từ các nguồn này, các hệ thống máy tính có thể kiểm soát được các thiết bị máy móc, quản lý lưu lượng truy cập, hoặc thông báo cho bệnh nhân bệnh tiểu đường biết đã đến thời gian cần phải ăn. Doanh nghiệp sẽ đối mặt với thách thức sử dụng hiệu quả nhất công nghệ này với mức độ đổi mới và trình độ chuyên môn cần thiết. Đây là lĩnh vực mới đối với hầu hết mọi người, ngay cả với những người có trình độ kỹ thuật cao. Các nhà hoạch định sẽ phải giải quyết một danh sách dài các vấn đề liên quan để công nhận những ích lợi của các ứng dụng IoT mà vẫn bảo vệ quyền lợi và sự riêng tư của công dân.

Đối với những nhà cung cấp công nghệ và công ty ứng dụng công nghệ đó, công nghệ IoT hứa hẹn mang lại những lợi ích mà thông thường sẽ không dễ dàng có được. Các nhà sản xuất phần cứng cung ứng thiết bị cảm biến, bộ truyền động và thiết bị truyền dữ liệu sẽ phải nỗ lực không ngừng trong việc cải tiến nâng cao chất lượng sản phẩm và giảm giá thành sản phẩm.

Ví dụ, mặc dù có nhiều năm kinh doanh trên thị trường nhưng thẻ định danh RFID vẫn còn khá đắt đối với các doanh nghiệp, dẫn đến các doanh nghiệp rất khó đưa vào ứng dụng rộng rãi theo như dự đoán cách đây một thập kỷ. Hơn nữa, do các hệ thống cho phép bao gồm hàng trăm nghìn các thiết bị, các bộ cảm biến và nhiều phần cứng khác nên sản phẩm cần đòi hỏi sản phẩm công nghệ phải đáng tin cậy, không cần bảo trì, và có tính tương hợp cao.

Mối quan hệ hợp tác mới cần phát triển giữa các công ty có năng lực sản xuất các thiết bị cảm biến và các công ty có năng lực sản xuất các thiết bị máy móc, sản phẩm và nhiều thiết bị khác. Một số công ty có vị thế tốt có thể là các nhà cung cấp dữ liệu lớn và phần mềm phân tích để có thể giúp giải mã ý nghĩa từ các luồng dữ liệu khổng lồ mà IoT sẽ sản xuất.

Các công ty hy vọng sẽ thu được những lợi ích khi cải tiến hoạt động và dùng IoT để cung cấp hàng loạt các dịch vụ cho khách hàng và các sản phẩm chất lượng cao hơn sẽ đối mặt với một loạt các thách thức về công nghệ và tổ chức. Trong suốt hai thập kỷ qua, nhu cầu hiểu biết và ứng dụng các công cụ CNTT đã lan tỏa khắp các tổ chức, cơ quan. Ví dụ, Internet đã buộc các bộ phận bán hàng và tiếp thị phải thông thạo các website và phân tích web.

Internet vạn vật đang đưa điều này trở thành một xu hướng phát triển toàn diện nhất, trong đó mọi bộ phận trong tổ chức, công ty từ sản xuất cho đến vận chuyển hàng hóa đến dịch vụ khách hàng và bán lẻ đều có thể chứa đựng các dữ liệu thời gian thực về các sản phẩm mà công ty đang được phát triển, phân phối, đã bán và đã sử dụng. Chỉ có một vài tổ chức luôn sẵn sàng giải quyết với lượng lớn dữ liệu quan trọng này và có nhân viên đảm đương được những công việc này. Việc gia tăng tiếp cận đối với những người có năng lực sử dụng thành thực các ứng dụng IoT và việc đào tạo giám đốc điều hành và các nhà quản lý nắm bắt các chức năng của các ứng dụng này sẽ cần phải ưu tiên hàng đầu.

Đối với các nhà hoạch định chính sách, IoT cũng mang lại nhiều cơ hội lớn và nhiều thách thức lớn cho họ. Là những nhà điều hành các dịch vụ công cộng và cơ sở hạ tầng (thông thường là dịch vụ chăm sóc sức khỏe), chính phủ sẽ là cơ quan sử dụng chính các ứng dụng của IoT. Các công nghệ này có thể giúp giảm bớt chi phí và nâng cao chất lượng dịch vụ. Người dân ở các thành phố có thể cảm nhận thấy lưu lượng truy cập trôi chảy hơn, rác thải được thu gom hiệu quả hơn, tội phạm giảm và hệ thống nước hoạt động hiệu quả hơn. Mặc dù tiềm năng phát triển là rất lớn, nhưng trong kinh doanh, sẽ khó có thể thực hiện được khi không có các đầu tư thỏa đáng về năng lực.

Liên quan đến chính sách công, những người đứng đầu chính phủ cần phải hiểu rõ những rủi ro về quyền riêng tư liên quan đến IoT. Việc có thể gắn các cảm biến lên gần như mọi nơi - để quan sát giao thông một con phố hoặc để giám sát việc sử dụng điện của một gia đình nào đó - chắc chắn sẽ tạo ra những lo ngại nghiêm trọng về việc các thông tin đó sẽ được sử dụng như thế nào. Việc đưa các lợi ích của IoT thành chính sách có thể đòi hỏi một mức độ giám sát chưa từng có mà cộng đồng có thể sẽ từ chối.

Các nhà hoạch định chính sách đối mặt với vấn đề này sẽ cần phải suy nghĩ một cách toàn diện và tổng thể. Các quy định và quy tắc trái với một phạm vi quyền hạn nào đó sẽ không đáp ứng yêu cầu. Các nhà hoạch định chính sách cũng cần phải đồng tâm nhất trí đến những vấn đề cần bảo hộ trong quá trình hoạt động và đảm bảo chắc chắn những vấn đề bảo hộ này sẽ được thực thi rộng rãi.

Hiện các hệ thống máy tính và các mạng lưới là mục tiêu của tội phạm, khủng bố và thậm chí cả tin tặc. Với các thiết bị cảm biến và mạng lưới điều khiển giám sát các hệ thống quan trọng như lưới điện, hậu quả của các cuộc tấn công này là vô cùng nghiêm trọng. Có rất nhiều ý tưởng và kế hoạch lớn chẳng hạn như cộng tác với khu vực tư nhân để có thể tạo ra các biện pháp tự vệ thích hợp và liên tục duy trì cập nhật các tiến bộ công nghệ.

Trung tâm Phân tích thông tin

Tài liệu tham khảo chính

1. Internet Society. Internet of Things: An Overview - Understanding the Issues and the challenges of a More Connected World. 2015
2. European Research Cluster on the Internet of Things (IERC). Internet of Things Strategic Research Roadmap
3. European Research Cluster on the Internet of Things (IERC). Internet of Things. IoT Semantic Interoperability: Research Challenges, Best Practices, Recommendations and Next Steps. March, 2015
4. Ovidiu Vermesan and Peter Friess. Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems. River Publishers. 2013.
5. Ovidiu Vermesan and Peter Friess. Internet of Things From Research and Innovation to Market Deployment European Research Cluster on the Internet of Things (IERC), 2014.

