



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
**60** NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN

HUỲNH HOÀNG HÀ  
TRƯỞNG QUANG PHÚC  
ĐỖ DUY TÂN

GIÁO TRÌNH  
**THỰC HÀNH CƠ SỞ  
VÀ ỨNG DỤNG IOTS**



NHÀ XUẤT BẢN  
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH

ThS HUỲNH HOÀNG HÀ  
ThS TRƯƠNG QUANG PHÚC  
TS ĐỖ DUY TÂN

GIÁO TRÌNH  
**THỰC HÀNH CƠ SỞ  
VÀ ỨNG DỤNG IOTS**

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA  
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH – 2022



# LỜI MỞ ĐẦU

Môn học Thực hành cơ sở và ứng dụng IoTs được giảng dạy cho sinh viên ngành Công nghệ Kỹ thuật Máy tính tại Khoa Điện-Điện tử, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh trong nhiều năm qua. ***Giáo trình Thực hành cơ sở và Ứng dụng IoTs*** được biên soạn nhằm cung cấp một tài liệu tham khảo quan trọng cho môn học này.

Giáo trình này gồm những phần như sau:

Chương 1: Giới thiệu tổng quan về hệ thống IoT.

Chương 2: Trình bày về các chuẩn truyền thông không dây như Bluetooth, WLAN/Wifi, Zigbee, Lora nhằm cung cấp kiến thức để liên kết các thành phần trong hệ thống IoT.

Chương 3: Trình bày các kiến thức cơ bản về ngôn ngữ thiết kế Website: HTML, CSS, Javascript, từ đó ứng dụng vào thiết kế giao diện Website để điều khiển thiết bị từ xa.

Chương 4: Trình bày từng bước thiết lập cấu hình Firebase, nhằm xây dựng Server IoT để liên kết các phần cứng và phần mềm hệ thống IoT lại với nhau.

Mặc dù các tác giả đã cố gắng biên soạn và chỉnh sửa nhưng không thể tránh những thiếu sót, rất mong nhận được những đóng góp quý báu từ người đọc và các chuyên gia trong lĩnh vực IoT.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về:

Khoa Điện-Điện tử, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP HCM

Email: hahh@hcmute.edu.vn; phuctq@hcmute.edu.vn;

tandd@hcmute.edu.vn.

*Nhóm tác giả*



# MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>3</b>
<b>MỤC LỤC.....</b>	<b>5</b>

## **CHƯƠNG 1**

<b>GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG IoT .....</b>	<b>7</b>
1.1. GIỚI THIỆU .....	7
1.2. HỆ THỐNG IoT.....	7
1.3. THÀNH PHẦN CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG IoT.....	12
1.4. SO SÁNH IoT VÀ CÁC HỆ THỐNG KHÁC .....	17
1.5. VAI TRÒ CỦA IoT .....	18
1.6. CÁC KHÓ KHĂN VÀ THÁCH THỨC TRONG THIẾT KẾ HỆ THỐNG IoT .....	21
1.7. BÀI TẬP THỰC HÀNH.....	22

## **CHƯƠNG 2**

<b>CÁC CHUẨN TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY .....</b>	<b>23</b>
2.1. MỘT SỐ CHUẨN TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY .....	23
2.1.1. Bluetooth.....	23
2.1.2. WLAN/WiFi .....	24
2.1.3. Zigbee .....	27
2.2. CHUẨN TRUYỀN THÔNG LORA.....	28
2.3. MODULE LORA E32-TTL-100 .....	29
2.4. CHƯƠNG TRÌNH GỬI NHẬN DỮ LIỆU QUA LORA.....	34
2.5. BÀI TẬP THỰC HÀNH.....	37

## **CHƯƠNG 3**

<b>THIẾT KẾ WEBSITE.....</b>	<b>38</b>
3.1. HTML CƠ BẢN .....	38
3.1.1. Cấu trúc HTML.....	38
3.1.2. Các thuộc tính cơ bản trong thẻ .....	39
3.1.3. Các thẻ thông dụng .....	40

3.2. CSS CƠ BẢN .....	46
3.2.1. Cấu trúc của CSS .....	46
3.2.2. Các cách liên kết CSS vào HTML .....	47
3.2.3. Một số thuộc tính thông dụng trong CSS.....	49
3.2.4. Cấp độ tác động của thuộc tính CSS vào thẻ.....	52
3.3. VÍ DỤ VỀ THIẾT KẾ BỐ CỤC WEBSITE.....	53
3.4. BOOTSTRAP .....	61
3.4.1. Bootstrap là gì ? .....	61
3.4.2. Xây dựng bố cục Website bằng bootstrap.....	62
3.5. JAVASCRIPT CƠ BẢN.....	67
3.5.1. Cấu trúc Javascript.....	67
3.5.2. Ngôn ngữ Javascript .....	68
3.5.3. Xử lý sự kiện trong Javascript .....	73
3.6. PHÂN TÍCH WEBSITE: “BẢNG ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ” .....	79
3.7. BÀI TẬP THỰC HÀNH.....	87

## **CHƯƠNG 4**

<b>XÂY DỰNG SERVER FIREBASE .....</b>	<b>88</b>
4.1. GIỚI THIỆU FIREBASE .....	88
4.2. CẤU HÌNH REALTIME DATABASE.....	88
4.3. LIÊN KẾT REALTIME DATABASE VÀ WEBSITE .....	92
4.3.1. Thêm thư viện Firebase vào Website .....	92
4.3.2. Hàm đọc/ghi dữ liệu lên Website .....	94
4.3.3. Code mẫu “Website giao tiếp firebase”.....	95
4.4. LIÊN KẾT REALTIME DATABASE VÀ ESP32.....	97
4.4.1. Thêm thư viện Firebase vào ESP32 .....	97
4.4.2. Đoạn chương trình đọc/ghi dữ liệu xuống ESP32 .....	99
4.4.3. Code mẫu “Giao tiếp ESP32 với Firebase” .....	100
4.5. BÀI TẬP THỰC HÀNH.....	102

<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>103</b>
---------------------------------	------------

# Chương 1

## GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG IoT

### 1.1. GIỚI THIỆU

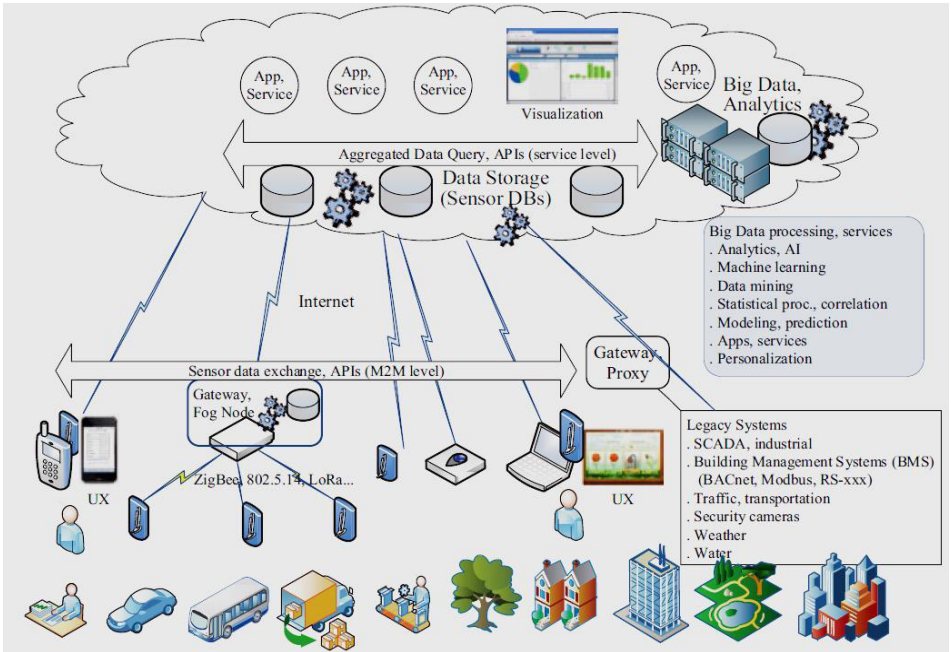
Hệ thống Internet vạn vật (IoT) hoạt động dựa trên việc kết nối thế giới thực với Internet, ví dụ như các cảm biến thu thập dữ liệu và thiết bị chấp hành làm việc dựa trên phần mềm điều khiển và dữ liệu thu thập được. Trên thực tế, hệ thống IoT cung cấp công nghệ và phương tiện để đo lường, định lượng và quản lý thế giới thực xung quanh. Việc kết nối các cảm biến sẽ cung cấp dữ liệu thế giới vật lý, về cơ bản nó thu hẹp khoảng cách giữa thế giới thực và ảo/mạng (virtual/cyber) vẫn tồn tại kể từ khi tin học ra đời. Trên thực tế, IoT giúp tăng cường các đặc tính và khả năng của Internet bằng cách thêm vào đó các chiều không gian của thế giới thực. Với sự kết hợp của IoT, Internet trở thành một trang web bao gồm các yếu tố con người, thông tin, dịch vụ và mọi thứ, về cơ bản là Internet của tất cả mọi thứ. Các nhà phân tích dự đoán rằng các thiết bị có thể kết nối và trao đổi thông tin với nhau sẽ tăng lên hàng trăm tỷ trong tương lai gần. Kết nối thế giới thực và không gian mạng dựa trên hạ tầng và giao thức Internet cho phép nhiều kiểu tương tác kết hợp mới và do đó có tiềm năng tạo ra rất nhiều phương thức sử dụng, ứng dụng và mô hình kinh doanh mới. Sự phát triển của IoT hứa hẹn sẽ tác động sâu sắc không chỉ đến ngành công nghiệp mà còn đến nhiều khía cạnh của cuộc sống hàng ngày.

### 1.2. HỆ THỐNG IoT

Hình 1.1 minh họa các thành phần chức năng chính của hệ thống IoT. Phía dưới cùng tượng trưng cho một số ứng dụng tiêu biểu của IoT, bao gồm các ứng dụng trong văn phòng thông minh, ô tô tự hành, giao thông vận tải, sản xuất, nông nghiệp, nhà ở, tòa nhà thông minh và thành phố thông minh. Phần phía trên minh họa một số thành phần chính trong hệ thống IoT như các cảm biến, các thành phần kết nối và thực thi. Trong đó, các cảm biến và các thành phần kết nối được thiết kế để liên kết trực tiếp với Internet, giao tiếp với các ứng dụng và các dịch vụ trên đám mây (cloud services). Ví dụ có nhiều loại thiết bị thông minh khác nhau như



camera an ninh, cảm biến báo cháy, bộ điều chỉnh nhiệt độ và đồng hồ đo điện.



**Hình 1.1** Hệ thống IoT[1]

Các cảm biến kết nối với thành phần còn lại của hệ thống IoT và Internet dựa vào các gateway. Gateway và các node thường là những thiết bị mạnh hơn được kết nối với các cảm biến thu thập dữ liệu thông qua các chuẩn truyền thông không dây, chẳng hạn như Zigbee, các biến thể của mạng 802.5.14, Bluetooth và WiFi công suất thấp. Các gateway thường cung cấp kết nối băng thông rộng và xử lý dữ liệu các cảm biến ở các biên (edge) đồng thời hỗ trợ chuyển đổi linh hoạt các giao thức, lưu trữ và lọc dữ liệu, xử lý và phân tích các sự kiện thay đổi dựa vào dữ liệu thu thập được. Trong thực tế, hàng tỷ điện thoại thông minh đã được sử dụng đóng vai trò quan trọng trong các hệ thống IoT. Chúng có thể hoạt động như cảm biến, gateway kết nối thông minh hỗ trợ tương tác với người dùng và thiết bị khác. Bên trong mỗi điện thoại thông minh có nhiều loại cảm biến được tích hợp - chẳng hạn như vân tay, áp suất, ánh sáng, cảm biến Hall, cảm biến mưa, nhiệt độ, địa từ, gia tốc kế, con quay hồi chuyển, tiệm cận và hệ thống định vị toàn cầu (GPS) - có thể được sử dụng để xác định vị

trí và trạng thái của thiết bị. Các cảm biến này có thể được quản lý bởi các chương trình phần mềm và được kết nối với Internet. Nhiều ứng dụng thực tế tăng cường (AR) có thể thực hiện được bằng cách kết hợp những ứng dụng trên với dữ liệu từ các cảm biến khác trên điện thoại, chẳng hạn như máy ảnh và micro. Điện thoại thông minh và máy tính bảng cũng có thể hoạt động như một dạng gateway IoT giúp cho các thiết bị khác trên mạng cục bộ có thể truy cập được, chẳng hạn như vô số cảm biến hỗ trợ WiFi và Bluetooth có thể ghép nối với các thiết bị theo dõi thể dục, đồng hồ thông minh, ô tô và thiết bị tự động hóa gia đình. Trong Hình 1.1, các điện thoại thông minh được thể hiện vừa là cảm biến được kết nối vừa là thiết bị tương tác với người dùng. Điện thoại thông minh có thể nhận đầu vào từ người dùng và trực quan hóa đầu ra các ứng dụng, cung cấp giao diện người dùng để thu thập và kiểm soát dữ liệu đầu vào, cũng như trực quan hóa các dữ liệu IoT mà người dùng cần sử dụng cục bộ hoặc trên Internet. Các đầu cuối và cảm biến IoT cũng có thể được nhúng vào cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin và các thiết bị hiện có, chẳng hạn như máy tính cá nhân. Việc thêm cảm biến và giao diện IoT vào các thiết bị công nghệ thông tin hiện có, chẳng hạn như PC và máy tính xách tay, có thể cung cấp phạm vi phủ sóng cho người dùng ở phạm vi gần và giảm chi phí hệ thống bằng cách tận dụng sức mạnh, khả năng kết nối và xử lý của máy chủ, tài nguyên lưu trữ. Ngoài ra, PC có thể hoạt động như một gateway và điểm cuối giúp người dùng (UX) trải nghiệm phong phú hơn trong hệ thống IoT.

Ngoài các cảm biến và thiết bị được thiết kế để sử dụng trong các hệ thống IoT, có rất nhiều cảm biến thu thập dữ liệu ở nhiều dạng khác nhau trong các hệ thống trong thế giới thực như tự động hóa công nghiệp, hệ thống năng lượng, y tế, hệ thống quản lý tòa nhà (BMS) và hệ thống giám sát và điều khiển (SCADA). Ví dụ, một hệ thống BMS có thể chứa hàng nghìn cảm biến, chẳng hạn như nhiệt độ và chuyển động trong mỗi phòng của một tòa nhà văn phòng. Hầu hết, chúng đều bị khóa ở các định dạng riêng mang tính độc quyền, nhưng các hệ thống BMS và SCADA ngày nay đều có thể giao tiếp với Internet ở phân cấp cao nhất của hệ thống nhằm hạn chế việc phải chia sẻ và bị điều khiển từ xa. Dữ liệu từ các hệ thống này có thể được tích hợp vào các hệ thống IoT cho các mục đích tổng hợp

và xử lý với sự hỗ trợ của giao thức và các bộ chuyển đổi định dạng dữ liệu, thường được xây dựng tại các gateway.

Xử lý “back-end”, thường được thực hiện bởi các máy chủ từ xa trong các hệ thống IoT, được mô tả bằng một đám mây trong Hình 1.1. Trong thực tế có rất nhiều đám mây được xây dựng để hỗ trợ cho việc lưu trữ và xử lý dữ liệu lớn từ rất nhiều cảm biến cho các ứng dụng khác nhau. Về mặt khái niệm, đám mây thường là lớp trên cùng trong phân cấp hệ thống IoT, nơi dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau được tổng hợp và xử lý để tối ưu hóa và phân tích các xu hướng và mối quan hệ toàn cục. Tùy thuộc vào bản chất của chúng và các yêu cầu thời gian thực, dữ liệu cảm biến đến và các sự kiện có thể được xử lý trực tiếp, được lưu trữ cho các mục đích xử lý sau hoặc cả hai. Ngoài việc hỗ trợ và chạy các ứng dụng, đám mây IoT cũng có thể chứa một số dịch vụ phổ biến như lưu trữ quy mô lớn, công cụ xử lý phân tích, trực quan hóa dữ liệu và vẽ đồ thị, và các chức năng quản lý như bảo mật.

Các thuật toán máy học (ML) và trí tuệ nhân tạo (AI) thường được vận hành trên đám mây, tại đây các thuật toán có thể hoạt động với lượng dữ liệu tổng hợp lớn. Hiện tại, các thuật toán này có xu hướng hoạt động tốt hơn trên các tập dữ liệu lớn giúp cải thiện quá trình huấn luyện và khả năng dự đoán. Giá trị của việc tổng hợp dữ liệu IoT tăng lên đáng kể nếu hệ thống có thể thu thập và lưu trữ dữ liệu ở định dạng có thể tương tác, nhằm hỗ trợ phân tích tốt hơn trên các tập dữ liệu lớn hơn được tích lũy từ nhiều loại cảm biến khác nhau. Về các luồng dữ liệu IoT, các cảm biến theo dõi trạng thái thế giới vật lý và chuyển đổi số tương ứng của các luồng dữ liệu đó được lấy mẫu ở một số tốc độ dữ liệu cố định hoặc thay đổi thông qua chương trình. Luồng các bit trong hệ thống IoT có thể có hai chiều, với dữ liệu cảm biến thường cập nhật lên đám mây và đi tới các ứng dụng, đồng thời điều khiển và cài đặt trạng thái ở các khối chấp hành. Ngoài việc thu thập dữ liệu, các luồng cảm biến cần được gắn thẻ siêu dữ liệu để cung cấp thông tin bổ sung về ý nghĩa của dữ liệu và bối cảnh mà chúng được thu thập. Siêu dữ liệu có thể cho biết bản chất của dữ liệu, ví dụ: nhiệt độ, vị trí được báo cáo, chủ sở hữu và quan hệ cấu trúc. Siêu dữ liệu có thể được thêm vào các luồng dữ liệu cảm biến ở bất kỳ đâu trên đường dẫn từ điểm

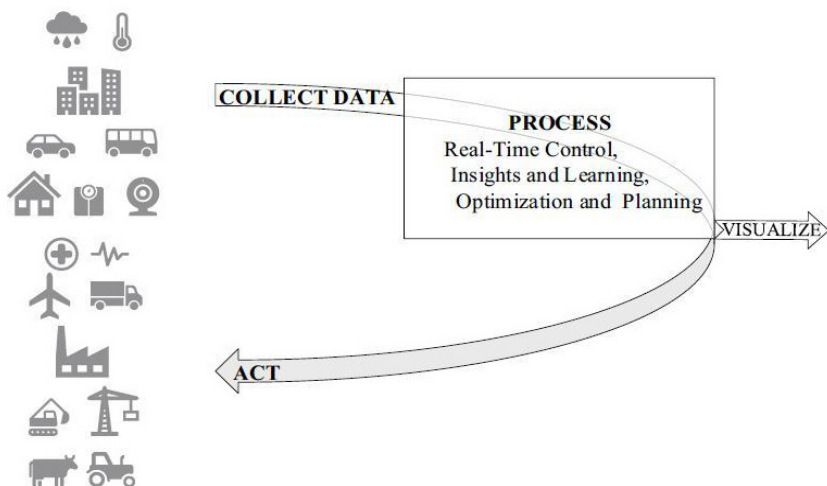
thu thập đến lưu trữ dữ liệu cảm biến trên đám mây và trong các giai đoạn khác nhau, bao gồm cài đặt, cung cấp, vận hành và quản lý.

Mặc dù không được chỉ rõ trong Hình 1.1, các ứng dụng xử lý và phân tích dữ liệu cảm biến có thể nằm ở biên (edge), trong đám mây hoặc phân tán trên nhiều thành phần hệ thống. Ví dụ, xây dựng một hệ thống IoT hỗ trợ việc giám sát tập thể dục. Hệ thống gồm một thiết bị có thể đeo được bao gồm nhiều loại cảm biến để phát hiện các hoạt động, chuyển động, vị trí của người dùng và có thể là một số chỉ số như nhịp tim hoặc EKG. Đây là một hệ thống nhúng phức tạp cần thu thập dữ liệu liên tục và cần phải xử lý trước dữ liệu, có thời lượng pin dài và kích thước nhỏ nhất có thể. Hệ thống chứa các chức năng xử lý sơ bộ, chẳng hạn như thu thập dữ liệu, tiền xử lý, đánh dấu thời gian và lưu vào bộ đệm dữ liệu cho đến khi quá trình truyền dữ liệu đến điện thoại hoặc đám mây hoàn tất. Ngoài ra, việc tính toán và lưu trữ có thể được đặt trong phần ứng dụng chạy trên điện thoại thông minh ghép nối trực tiếp với các hệ thống thu thập dữ liệu. Bên cạnh đó, ứng dụng điện thoại có thể cung cấp giao diện người dùng để trực quan hóa dữ liệu và tùy chỉnh các cài đặt, chẳng hạn như các mục tiêu tập luyện riêng lẻ. Điện thoại cũng thường hoạt động như một gateway bằng cách chuyển tiếp dữ liệu người dùng vào phần đám mây của ứng dụng và dịch vụ thể dục có thể lưu trữ dữ liệu người dùng và cung cấp các loại phân tích toàn diện hơn, chẳng hạn như xu hướng và so sánh kết quả với các nhóm bạn bè của người dùng. Ngoài ra, ứng dụng đám mây có thể tổng hợp dữ liệu ẩn danh từ toàn bộ người dùng và sử dụng để nghiên cứu xu hướng liên quan đến sức khỏe con người và các nghiên cứu y tế.

Hình 1.1 mô tả các luồng dữ liệu và điều khiển ở góc độ liên quan đến các chức năng chính trong hoạt động của hệ thống IoT, cụ thể là thu thập dữ liệu và xử lý. Điều này đôi khi được gọi là mặt phẳng dữ liệu hoặc mặt phẳng người dùng. Một khía cạnh quan trọng khác của hệ thống IoT, không được trình bày trong Hình 1.1, là mặt phẳng điều khiển duy trì các vấn đề bảo mật và hoạt động của cơ sở hạ tầng IoT. Các thành phần chính là bảo mật và quản lý thiết bị bao gồm việc thêm vào và nâng cấp các thiết bị mới, cùng với việc vận hành hệ thống một cách an toàn, đáng tin cậy thông qua giám sát liên tục và khắc phục khi cần thiết.

### 1.3. THÀNH PHẦN CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG IoT

Mục đích chính của hệ thống IoT là thu thập dữ liệu trong thế giới thực và tiền xử lý cho các dịch vụ, ứng dụng để tạo ra thông tin chi tiết và thực thi theo kịch bản nhằm tác động ngược lại thế giới thực.



**Hình 1.2** Sơ đồ chức năng của hệ thống IoT[1]

Hình 1.2 mô tả sơ đồ chức năng chung của một hệ thống IoT, tập trung vào các luồng dữ liệu và các kiểu xử lý từ quá trình thu thập dữ liệu cho đến đầu ra. Gồm các bước thực hiện sau: (1) thu thập dữ liệu, (2) xử lý, và (3) thực thi dựa trên kết quả.

#### **Thu thập dữ liệu**

Thu thập dữ liệu bắt đầu từ các thiết bị ở biên, với các cảm biến đóng vai trò giao tiếp giữa thực - ảo và báo cáo trạng thái của một số thực thể hoặc thiết bị vật lý. Mục đích của quá trình này là tạo ra một biểu diễn dạng số phù hợp để sử dụng trong không gian mạng. Quá trình này có thể liên quan đến nhiều vấn đề thực tế, chẳng hạn như điều hòa tín hiệu, chuyển đổi tương tự - số, chia tỷ lệ và chuyển đổi qua lại giữa các đơn vị đo để xử lý tiếp theo.

Các hoạt động này rất quan trọng đối với việc triển khai các hệ thống IoT. Tuy nhiên, từ khía cạnh chức năng, kết quả dữ liệu thu thập được ở các trạng thái mẫu được số hóa phù hợp để xử lý bởi các ứng dụng và dịch vụ trong miền mạng.

Trước khi xử lý, siêu dữ liệu cần được thu thập để sử dụng cho việc chú thích dữ liệu. Trong các hệ thống IoT, siêu dữ liệu thường mô tả bản chất và bối cảnh thu thập dữ liệu, chẳng hạn như loại cảm biến, vị trí của cảm biến và trong một số trường hợp các mối quan hệ cấu trúc với các yếu tố khác của hệ thống.

### **Xử lý và trực quan hóa dữ liệu (data visualization)**

Trong hệ thống IoT, dữ liệu có thể được xử lý trực tuyến bằng các thuật toán vòng điều khiển kín đơn giản hoặc sử dụng các thuật toán học máy phức tạp dựa trên sự kết hợp giữa dữ liệu thu phát, các dữ liệu đã lưu trữ, các sự kiện và các lưu trữ liên quan đến giám sát hệ thống trong suốt quá trình vận hành.

Quá trình xử lý dữ liệu có thể được thực hiện theo từng bước hoặc trong toàn bộ các thành phần khác nhau của hệ thống IoT. Nhìn chung, phạm vi và độ phức tạp của quá trình này có xu hướng tăng lên ở các cấp cao hơn của hệ thống phân cấp, đòi hỏi phải xử lý nhiều hơn, tốn nhiều năng lượng, lưu trữ lớn hơn.

Các bước tiền xử lý dữ liệu phổ biến bao gồm lọc, tổng hợp và so sánh để phát hiện dữ liệu được lấy mẫu có ở trong điều kiện đặc biệt hay không với mục đích đưa đến các cấp xử lý tiếp theo dựa trên các thuật toán đã cài đặt sẵn và tạo ra các thông tin cảnh báo hoặc thông báo.

Tiếp theo trong quá trình xử lý dữ liệu là thực hiện các phương pháp tối ưu hóa và các dự đoán về hành vi của hệ thống dựa trên trạng thái hiện tại, các hành vi trong quá khứ và các chỉ dẫn từ các thuật toán, chẳng hạn như các mô hình phân tích và mô hình học máy. Các giai đoạn tiếp theo bao gồm việc học các hành vi của hệ thống để chuyển đổi kết quả trong quá trình huấn luyện thành những hành động điều khiển hiệu quả.

Trong các hệ thống điều khiển phức tạp và hệ thống điều khiển công nghiệp, thông thường sẽ hình dung hệ thống trạng thái và các điểm cần quan tâm đối với người vận hành hệ thống. Quá trình trực quan dữ liệu bao gồm dữ liệu về các chỉ số quan trọng của trạng thái hệ thống và các thông báo và cảnh báo khi xảy ra lỗi hoặc phát hiện trạng thái bất thường. Người vận hành thường có các tùy chọn để phóng to và kiểm tra bất kỳ điểm dữ

liệu nào cần quan tâm với mục đích để biết thông tin và phân tích.

Những cải tiến nhờ vào việc triển khai hệ thống IoT thường xảy ra gồm các giai đoạn sau: (1) thu thập dữ liệu và trực quan, (2) huấn luyện, (3) tối ưu hóa và hành động.

Giai đoạn đầu tiên, các dữ liệu được thu thập và đo lường nhờ vào các cảm biến và các thiết bị được cài đặt và kết nối với các thành phần còn lại của hệ thống IoT.

Giai đoạn thứ hai, thông qua dữ liệu giám sát hệ thống kết hợp với các thuật toán phân tích dữ liệu giúp cho người vận hành có thể nắm rõ được các đặc tính của hệ thống và đưa ra các quyết định phù hợp trong quá trình vận hành. Đặc biệt, việc kết hợp giữa dữ liệu giám sát, kinh nghiệm của người vận hành, cùng với các suy luận logic sẽ giúp cho việc vận hành hệ thống một cách hiệu quả nhất, và người vận hành cũng có thể đưa ra các khuyến nghị cải tiến phù hợp và kịp thời nhất cho hệ thống.

Giai đoạn thứ ba là triển khai các phân tích dự đoán, chỉ định và các thuật toán AI.

### **Thực thi**

Mục đích của hệ thống IoT là đưa ra các quyết định thực thi dựa trên cơ sở phân tích các đặc trưng rút ra từ dữ liệu thu thập được. Quá trình thực thi có thể có nhiều dạng khác nhau, có thể là điều khiển từ xa dựa trên việc xem xét dữ liệu, hoặc điều khiển thích nghi và thông minh hơn kết hợp với các kịch bản điều khiển dựa trên suy luận logic.

Lượng dữ liệu thu thập được trên phạm vi rộng kết hợp với các bước xử lý và trừu tượng hóa dữ liệu sẽ giúp cho quá trình xây dựng kịch bản điều khiển cho phạm vi rộng lớn càng trở nên dễ dàng. Ví dụ, một dịch vụ đám mây có thể tổng hợp dữ liệu về hành vi và hiệu quả năng lượng từ tất cả các tòa nhà được quản lý bằng IoT trong một khu vực rộng lớn và sử dụng nó để huấn luyện và cải thiện các thuật toán AI và ML nhằm vận hành hiệu quả hơn. Cơ sở hạ tầng trong hệ thống IoT bao gồm các thành phần dữ liệu xử lý, lưu trữ và giao tiếp.

Các hệ thống IoT lớn là các hệ thống phân tán phức tạp với nhiều

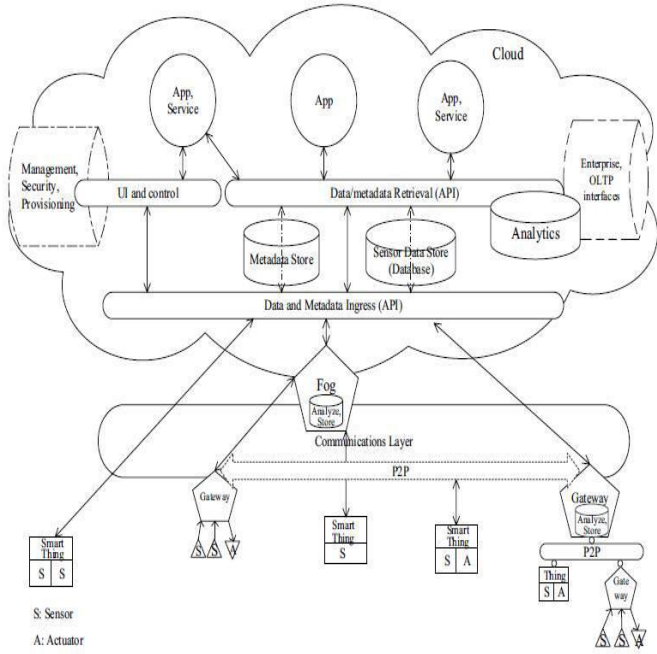


thành phần và nhiều phân cấp khác nhau. Hình 1.3 mô tả một số hạ tầng chính của một hệ thống IoT. Các thành phần biên (edge) được mô tả theo hướng dưới cùng, lớp truyền thông (communication layer) chủ yếu ở cấp giữa và hệ thống phân cấp kết thúc bằng đám mây ở cấp trên cùng.

Các thành phần biên (edge) bao gồm cảm biến, các node thông minh (bao gồm các cảm biến và các khối chấp hành), gateway và các fog. Lớp truyền thông cung cấp kết nối giữa các thành phần hệ thống có thể sử dụng các phương thức kết nối ngang hàng (P2P) hoặc các kết nối xuyên cấp. Đám mây mô tả phần back-end của cơ sở hạ tầng IoT, nơi dữ liệu lớn được tổng hợp và xử lý.

**Các thành phần biên (edge)**

Ở lớp biên, Hình 1.3 mô tả một số thành phần, bao gồm các node thông minh và các gateway. Các node này có nhiệm vụ thu thập dữ liệu từ cảm biến, thực hiện việc điều khiển các khối chấp hành, có thể kết hợp với việc xử lý đơn giản các dữ liệu thu thập được. Bên cạnh đó, các node có nhiệm vụ truyền thông dữ liệu với các dịch vụ đám mây phía trên.



**Hình 1.3** Hạ tầng hệ thống IoT[1]



Trong thực tế, giao tiếp được thực hiện theo lệnh của phần mềm, thực hiện các chức năng và dịch vụ nhất định giữa bên truyền và bên nhận. Nếu cả hai tồn tại trên cùng một mạng hoặc ở cùng cấp độ trong hệ thống phân cấp, giao tiếp này được gọi là ngang hàng (P2P) hoặc là giao tiếp giữa máy với máy (M2M). Về mặt kỹ thuật, tất cả giao tiếp giữa các thiết bị IoT cũng như với các ứng dụng và các dịch vụ thuộc loại M2M.

Gateway là các thiết bị biên trong hệ thống IoT chứa một hoặc nhiều cảm biến được kết nối. Vai trò cơ bản của gateway là cung cấp kết nối giữa cảm biến được kết nối cục bộ và Internet.

### **Lớp truyền thông**

Lớp truyền thông cho phép các thiết bị và các node có thể truyền thông dữ liệu với nhau, với các thành phần còn lại của hệ thống IoT và cuối cùng là Internet. Trong các hệ thống IoT, lớp truyền thông có thể bao gồm nhiều loại truyền thông không dây và các liên kết có dây với các chuẩn truyền thông đặc thù khác nhau dựa trên phạm vi cần thiết kế hệ thống.

### **Đám mây**

Đám mây là nơi tập hợp các dữ liệu lớn, các dịch vụ IoT và các thuật toán cài đặt để xử lý dữ liệu và ra quyết định hoặc khuyến nghị. Dữ liệu được truyền trực tuyến và lưu trữ được cung cấp cho các ứng dụng và dịch vụ được ủy quyền thông qua API và truy vấn. Đám mây thường cung cấp tổng hợp dữ liệu đầu cuối và máy chủ, bộ nhớ và cơ sở hạ tầng kết nối để thực thi các dịch vụ và ứng dụng.

Một chức năng liên quan đến dữ liệu tùy chọn được hiển thị trong đám mây trong Hình 1.3 là giao diện đến hệ thống các ứng dụng doanh nghiệp và hệ thống xử lý giao dịch trực tuyến (OLTPS). Trong nhiều cài đặt, hệ thống doanh nghiệp có thể bao gồm sự kết hợp của các hệ thống như ERP (hoạch định nguồn lực doanh nghiệp), CRM (quản lý quan hệ khách hàng) và các dạng khác của thương mại điện tử. Nói chung, rất hữu ích khi kết nối chúng với IoT để trao đổi dữ liệu và giúp cho những phân tích tổng thể có thể mang lại lợi ích cho tất cả các bên hoạt động trên một hệ thống phức tạp.

## 1.4. SO SÁNH IoT VÀ CÁC HỆ THỐNG KHÁC

Trong khi có thể tận dụng phần lớn công nghệ và cơ sở hạ tầng của Internet, các hệ thống IoT có một số đặc điểm về cấu trúc và các khác biệt, yêu cầu thiết kế riêng và kỹ thuật đặc biệt để thực hiện các hệ thống này. Một số khác biệt và thách thức chính của IoT bao gồm:

- Mô hình thông tin, tiêu chuẩn, dữ liệu, định dạng siêu dữ liệu và ngữ nghĩa.

- Tìm kiếm.

- Cấu trúc liên kết.

- Các luồng dữ liệu chuỗi thời gian, liên tục.

- Vị trí chức năng phân tán - biên, fog và đám mây (cloud).

Xem xét chế độ sử dụng phổ biến của Internet để truy cập một trang web từ một trong hàng tỷ trang có sẵn trên web, người dùng (con người) có thể bắt đầu bằng cách tìm kiếm một cụm từ sở thích hoặc một phần tên của nguồn. Công cụ tìm kiếm được lựa chọn thường trả về một số liên kết có thể nhấp chọn (URL) đến các trang chứa nội dung có thể có liên quan.

Trang do người dùng nhấp chọn được hiển thị với hình thức và định dạng do tác giả của nó tạo ra. Nó cũng có thể chứa các liên kết hoạt động đến các trang có liên quan khác mà người dùng có thể đọc và điều hướng.

Rõ ràng, Internet cung cấp một phương pháp và giao thức để vận chuyển dữ liệu từ máy chủ đến máy khách và sử dụng một số chú thích, chẳng hạn như HTML, để chú thích dữ liệu nhằm hiển thị phù hợp ở đầu nhận. Ngược lại, mục tiêu quan trọng của hệ thống IoT là có khả năng phân tích và hiểu biết ở các cấp độ khác nhau theo phân cấp hệ thống nhờ vào việc phân tích dữ liệu kèm theo ngữ và trực quan hóa dữ liệu.

Trong các hệ thống IoT, dữ liệu được trao đổi giữa các máy ở đầu cuối là các phép đọc của cảm biến và lệnh của cơ cấu chấp hành. Đây thường là các số dành riêng cho thiết bị và miền cụ thể như số đo nhiệt độ, với các chú thích như bản chất của các phép đo, đơn vị đo lường, và các chuỗi điều khiển thực hiện các nội dung như thay đổi vị trí đặt. Các ứng dụng (không phải con người) ở phía nhận cần có khả năng “hiểu” và diễn

giải các thông điệp trong các gói tin để xử lý chúng một cách thích hợp. Để điều này hoạt động, cần phải có một số quy ước chung giữa phía gửi và phía nhận về ý nghĩa của dữ liệu cũng như cách mã hóa và chú thích dữ liệu để truyền và giải mã tương ứng khi nhận.

### **1.5. VAI TRÒ CỦA IoT**

Sự kết hợp của các công nghệ hiện đại và cơ sở hạ tầng tập trung xung quanh Internet tạo nên phần lớn cơ sở và động lực cho việc xây dựng các hệ thống IoT.

Những thành phần chính của hệ thống bao gồm:

- Công nghiệp 4.0 và số hóa.
- Cảm biến - cơ sở được lắp đặt, đa dạng, chi phí thấp hơn và tích hợp dễ dàng hơn.
- Điện thoại thông minh - cảm biến, gateway và thiết bị giao diện người dùng.
- Điện toán đám mây - toàn cầu và năng lực theo yêu cầu.
- Công nghệ AI và ML - thông tin chi tiết hữu ích với dữ liệu IoT.
- Internet - công nghệ, cơ sở hạ tầng toàn cầu và người dùng.

Công nghiệp 4.0 thường đề cập đến sự chuyển đổi kỹ thuật số của sản xuất bằng cách sử dụng kết hợp các công nghệ bao gồm tự động hóa, robot, chuyển giao vật lý kỹ thuật số như in 3D, dữ liệu lớn, ML và AI, robot và thực tế tăng cường (AR). Một số nền tảng chính của nó là giao tiếp giữa máy với máy, khả năng tương thích Internet và khả năng tương tác. Với điểm khởi đầu là cảm biến và số hóa dữ liệu, công nghiệp 4.0 chia sẻ nhiều thành phần với IoT và IoT thường được coi là một trong những công nghệ nền tảng của nó. Đầu tư quy mô doanh nghiệp vào công nghiệp 4.0 sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc triển khai và đẩy nhanh chiều hướng công nghiệp của sự phát triển công nghệ IoT. Một trong những khía cạnh của công nghiệp 4.0 là bắc cầu và định dạng để kết hợp dữ liệu đã được thu thập bởi các cảm biến được lắp đặt lớn trong các hệ thống kế thừa.

Nhiều loại cảm biến được tích hợp sẵn có thể kết nối trong không gian người dùng tạo điều kiện thuận lợi cho việc xây dựng các hệ thống IoT và cho phép nhiều ứng dụng tiềm năng. Các thiết bị giám sát và tự động hóa gia đình, như bộ điều khiển nhiệt độ thông minh, điều khiển đèn chiếu sáng, hệ thống an ninh và camera hỗ trợ Internet, có thể thực hiện các chức năng hữu ích một cách độc lập hoặc được kết hợp để thực hiện các chức năng phức tạp.

Sự phát triển phổ biến của các loại cảm biến khác nhau, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các nền tảng phần cứng mở như các bo mạch Raspberry Pi hoặc Arduino, ESP32 với các ngoại vi được xây dựng chuẩn cho các ứng dụng thực tế đã giúp ích cho việc nghiên cứu và phát triển các sản phẩm nguyên mẫu trong IoT. Ví dụ, phần cứng Arduino với các ngoại vi được tích hợp cùng với trình điều khiển và thư viện được xây dựng sẵn, dễ dàng kết hợp với các cảm biến sẵn có ngoài thị trường như nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm, áp suất, chất lượng không khí, cảm ứng, khoảng cách, dòng điện, độ rung, bụi, nhịp tim, âm thanh, công tắc, rơ le và trình điều khiển động cơ để tạo ra các sản phẩm ứng dụng IoT với chi phí thấp.

Bên cạnh đó, tính khả dụng của điện toán đám mây tạo điều kiện thuận lợi cho việc xây dựng và triển khai hệ thống IoT với phạm vi toàn cầu và không yêu cầu đầu tư vốn trước vào máy chủ, mạng đám mây và lưu trữ. Hơn nữa, nó đi kèm với sự xuất hiện của khả năng mở rộng gần như tức thì và vô hạn để đáp ứng các nhu cầu khác nhau. Công nghệ đám mây và các dịch vụ thương mại cung cấp khả năng đáp ứng các yêu cầu của hệ thống IoT về khối lượng và băng thông để nhập dữ liệu quy mô lớn, xử lý sự kiện thời gian thực và cơ sở dữ liệu quy mô Internet cũng như lưu trữ cho các tập hợp dữ liệu lớn. Những tiến bộ trong công nghệ AI và ML đã dẫn đến những thành công lớn trong các ứng dụng như xử lý hình ảnh, xử lý ngôn ngữ tự nhiên. Ngày càng có nhiều kỳ vọng rằng những thành tựu tương tự có thể đạt được bằng cách áp dụng các kỹ thuật AI và ML trong các hệ thống IoT để có được thông tin chi tiết dẫn đến các kết quả có thể thực hiện được. Một số công cụ AI và ML có thư viện cấu hình mạng nơ-ron với các tham số được huấn luyện trước cho các ứng dụng cụ thể có