

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



ĐỒ ÁN
TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ VÀ CẬP NHẬT MẠNG WIFI TRONG
NỀN TẢNG IOT**

Sinh viên thực hiện:

BÙI DUY TIỀN

Lớp ĐTVT08-K62

Giảng viên hướng dẫn:

TS. PHẠM THÀNH CÔNG

Hà Nội, 2-2022

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



ĐỒ ÁN
TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ VÀ CẬP NHẬT MẠNG WIFI TRONG
NỀN TẢNG IOT**

Sinh viên thực hiện:

BÙI DUY TIỀN

Lớp ĐTVT08-K62

Giảng viên hướng dẫn:

TS. PHẠM THÀNH CÔNG

Hà Nội, 2-2022

ĐÁNH GIÁ QUYỀN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Dùng cho giảng viên hướng dẫn)

Tên giảng viên đánh giá:

Họ và tên sinh viên: BUI DUY TIẾN

MSSV: 20172848

Tên đồ án: **THIẾT KẾ VÀ CẬP NHẬT MẠNG WIFI TRONG NỀN TẢNG IOT**

Chọn các mức điểm phù hợp cho sinh viên trình bày theo các tiêu chí dưới đây:

Rất kém (1); Kém (2); Đạt (3); Giỏi (4); Xuất sắc (5)

Có sự kết hợp giữa lý thuyết và thực hành (20)					
1	Nêu rõ tính cấp thiết và quan trọng của đề tài, các vấn đề và các giả thuyết (bao gồm mục đích và tính phù hợp) cũng như phạm vi ứng dụng của đồ án	1	2	3	4 5
2	Cập nhật kết quả nghiên cứu gần đây nhất (trong nước/quốc tế)	1	2	3	4 5
3	Nêu rõ và chi tiết phương pháp nghiên cứu/giải quyết vấn đề	1	2	3	4 5
4	Có kết quả mô phỏng/thực nghiệm và trình bày rõ ràng kết quả đạt được	1	2	3	4 5
Có khả năng phân tích và đánh giá kết quả (15)					
5	Kế hoạch làm việc rõ ràng bao gồm mục tiêu và phương pháp thực hiện dựa trên kết quả nghiên cứu lý thuyết một cách có hệ thống	1	2	3	4 5
6	Kết quả được trình bày một cách logic và dễ hiểu, tất cả kết quả đều được phân tích và đánh giá thỏa đáng	1	2	3	4 5
7	Trong phần kết luận, tác giả chỉ rõ sự khác biệt (nếu có) giữa kết quả đạt được và mục tiêu ban đầu đề ra đồng thời cung cấp lập luận để đề xuất hướng giải quyết có thể thực hiện trong tương lai	1	2	3	4 5
Kỹ năng viết quyền đồ án (10)					
8	Đồ án trình bày đúng mẫu quy định với cấu trúc các chương logic và đẹp mắt (bảng biểu, hình ảnh rõ ràng, có tiêu đề, được đánh số thứ tự và được giải thích hay đề cập đến; căn lề thống nhất, có dấu cách sau dấu chấm, dấu phẩy v.v.), có mở đầu chương và kết luận chương, có liệt kê tài liệu tham khảo và có trích dẫn đúng quy định	1	2	3	4 5
9	Kỹ năng viết xuất sắc (cấu trúc câu chuẩn, văn phong khoa học, lập luận logic và có cơ sở, từ vựng sử dụng phù hợp v.v.)	1	2	3	4 5
Thành tựu nghiên cứu khoa học (5) (chọn 1 trong 3 trường hợp)					
10a	Có bài báo khoa học được đăng hoặc chấp nhận đăng/Đạt giải SVNCKH giải 3 cấp Viện trở lên/Có giải thưởng khoa học (quốc tế hoặc trong nước) từ giải 3 trở lên/Có đăng ký bằng phát minh, sáng chế	5			
10b	Được báo cáo tại hội đồng cấp Viện trong hội nghị SVNCKH nhưng không đạt giải từ giải 3 trở lên/Đạt giải khuyến khích trong các kỳ thi quốc gia và quốc tế khác về chuyên ngành (VD: TI contest)	2			
10c	Không có thành tích về nghiên cứu khoa học	0			
Điểm tổng		/50			
Điểm tổng quy đổi về thang 10					

***Nhận xét khác** (về thái độ và tinh thần làm việc của sinh viên)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ngày: ... / ... / 20...

Người nhận xét
(Ký và ghi rõ họ tên)

ĐÁNH GIÁ QUYỀN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Dùng cho cán bộ phản biện)

Tên giảng viên đánh giá:

Họ và tên sinh viên: BUI DUY TIẾN

MSSV: 20172848

Tên đồ án: **THIẾT KẾ VÀ CẬP NHẬT MẠNG WIFI TRONG NỀN TẢNG IOT**

Chọn các mức điểm phù hợp cho sinh viên trình bày theo các tiêu chí dưới đây:

Rất kém (1); Kém (2); Đạt (3); Giỏi (4); Xuất sắc (5)

Có sự kết hợp giữa lý thuyết và thực hành (20)					
1	Nêu rõ tính cấp thiết và quan trọng của đề tài, các vấn đề và các giả thuyết (bao gồm mục đích và tính phù hợp) cũng như phạm vi ứng dụng của đồ án	1	2	3	4 5
2	Cập nhật kết quả nghiên cứu gần đây nhất (trong nước/quốc tế)	1	2	3	4 5
3	Nêu rõ và chi tiết phương pháp nghiên cứu/giải quyết vấn đề	1	2	3	4 5
4	Có kết quả mô phỏng/thực nghiệm và trình bày rõ ràng kết quả đạt được	1	2	3	4 5
Có khả năng phân tích và đánh giá kết quả (15)					
5	Kế hoạch làm việc rõ ràng bao gồm mục tiêu và phương pháp thực hiện dựa trên kết quả nghiên cứu lý thuyết một cách có hệ thống	1	2	3	4 5
6	Kết quả được trình bày một cách logic và dễ hiểu, tất cả kết quả đều được phân tích và đánh giá thỏa đáng	1	2	3	4 5
7	Trong phần kết luận, tác giả chỉ rõ sự khác biệt (nếu có) giữa kết quả đạt được và mục tiêu ban đầu đề ra đồng thời cung cấp lập luận để đề xuất hướng giải quyết có thể thực hiện trong tương lai	1	2	3	4 5
Kỹ năng viết quyền đồ án (10)					
8	Đồ án trình bày đúng mẫu quy định với cấu trúc các chương logic và đẹp mắt (bảng biểu, hình ảnh rõ ràng, có tiêu đề, được đánh số thứ tự và được giải thích hay đề cập đến; căn lề thống nhất, có dấu cách sau dấu chấm, dấu phẩy v.v.), có mở đầu chương và kết luận chương, có liệt kê tài liệu tham khảo và có trích dẫn đúng quy định	1	2	3	4 5
9	Kỹ năng viết xuất sắc (cấu trúc câu chuẩn, văn phong khoa học, lập luận logic và có cơ sở, từ vựng sử dụng phù hợp v.v.)	1	2	3	4 5
Thành tựu nghiên cứu khoa học (5) (chọn 1 trong 3 trường hợp)					
10a	Có bài báo khoa học được đăng hoặc chấp nhận đăng/Đạt giải SVNCKH giải 3 cấp Viện trở lên/Có giải thưởng khoa học (quốc tế hoặc trong nước) từ giải 3 trở lên/Có đăng ký bằng phát minh, sáng chế	5			
10b	Được báo cáo tại hội đồng cấp Viện trong hội nghị SVNCKH nhưng không đạt giải từ giải 3 trở lên/Đạt giải khuyến khích trong các kỳ thi quốc gia và quốc tế khác về chuyên ngành (VD: TI contest)	2			
10c	Không có thành tích về nghiên cứu khoa học	0			
Điểm tổng		/50			
Điểm tổng quy đổi về thang 10					

Nhận xét khác của cán bộ phản biện

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ngày: ... / ... / 20...

Người nhận xét
(Ký và ghi rõ họ tên)

LỜI MỞ ĐẦU

Xã hội ngày càng phát triển, khoa học kỹ thuật được đẩy mạnh nhằm phục vụ nhu cầu ngày càng nâng cao giúp phục vụ đời sống con người. Trong những năm gần đây, ta có thể thấy được sự phát triển vô cùng mạnh mẽ của mạng lưới thiết bị IoT (Internet of Things)- mạng lưới kết nối vạn vật qua internet cả về số lượng cũng như chất lượng. Theo thống kê của IoT Analytics, số lượng các thiết bị IoT đang kết nối trên toàn cầu khoảng 12,3 tỷ thiết bị và dự kiến đến năm 2025, con số này có thể lên đến 27 tỷ thiết bị. Nói không hoa thì thế giới đang thật sự bước vào kỷ nguyên của Internet vạn vật (IoT).

Trong bối cảnh như vậy, việc đưa ra các biện pháp triển khai, quản lý và khai thác một cách tối ưu là rất quan trọng. Điều này dẫn đến sự ra đời của các nền tảng IoT platform với vai trò giúp cho các nhà cung cấp thiết bị và các startup, những người sử dụng trang bị cho sản phẩm của họ chức năng điều khiển từ xa, chức năng quản lý theo thời gian thực, các thông báo của thể cấu hình, các dịch vụ đám mây dung được ngay và khả năng tích hợp với điện thoại thông minh và các thiết bị khác của người dùng.

Sau quá trình học tập tại Đại học Bách Khoa Hà Nội, với mong muốn tìm hiểu và phát triển sâu hơn với những vấn đề liên quan đến IoT, giúp hỗ trợ công tác quản lý và triển khai các thiết bị nên trong đồ án tốt nghiệp, em đã chọn đề tài : **“Thiết kế và cập nhật mạng wifi trong nền tảng IoT”**

Cuối cùng em xin chân thành cảm ơn TS.Phạm Thành Công cùng PGS TS. Hà Duyên Trung thuộc viện Điện Tử - Viễn Thông, Đại Học Bách Khoa Hà Nội và các bạn trong phòng nghiên cứu ARES LAB- C9 414 đã giúp đỡ em trong suốt quá trình thực hiện đồ án tốt nghiệp và hoàn thiện đề tài của mình.

Trong quá trình làm đồ án, do kiến thức của em còn nhiều hạn chế, hiểu biết chưa rộng nên đồ án không tránh khỏi thiếu sót. Em rất mong nhận được sự chỉ bảo và nhận xét quý báu của các thầy cô.

Em xin cam đoan các kết quả được trình bày trong đồ án là công trình nghiên cứu của em dưới sự hướng dẫn của cán bộ hướng dẫn. Các số liệu, kết quả trong đồ án là hoàn toàn trung thực, chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào trước đây. Các kết quả được dùng để tham khảo đều được trích dẫn đầy đủ và theo đúng quy định.

LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Bùi Duy Tiến, mã số sinh viên 20172848, sinh viên lớp ĐTVT08, khóa 62. Người hướng dẫn là TS Nguyễn Thành Công. Tôi xin cam đoan toàn bộ nội dung được trình bày trong đồ án **“Thiết kế và cập nhật mạng wifi trong nền tảng IoT”** là kết quả quá trình tìm hiểu và nghiên cứu của tôi. Các dữ liệu được nêu trong đồ án là hoàn toàn trung thực, phản ánh đúng kết quả đo đạc thực tế. Mọi thông tin trích dẫn đều tuân thủ các quy định về sở hữu trí tuệ, các tài liệu tham khảo được liệt kê rõ ràng. Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm với những nội dung được viết trong đồ án này.

Hà Nội, ngày 10 tháng 6 năm 2020

Người cam đoan

MỤC LỤC

DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	i
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	ii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	iv
TÓM TẮT ĐỒ ÁN	v
ABSTRACTION	vi
CHƯƠNG I: ĐẶT VẤN ĐỀ.....	1
1.1 Tổng quan về Internet of Things	1
1.2 Tổng quan chung về đề tài	2
1.2.1 Lý do chọn đề tài	2
1.2.2 Mục tiêu của đề tài.....	3
1.3 Kết luận chương	3
CHƯƠNG II: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	4
2.1 Tổng quan về mạng Wifi (IEEE 802.11).....	4
2.1.1 Khái niệm	4
2.1.2 Đặc điểm	4
2.1.3 Tiêu chuẩn Wifi.....	4
2.1.4 Truyền dữ liệu	5
2.1.5 Các thành phần trong mạng.....	6
2.1.6 Mô hình mạng	6
2.1.7 Cấu trúc	7
2.1.8 Kết luận	7
2.2 Tổng quan về cập nhật OTA	7
2.2.1 Cập nhật OTA là gì	7
2.2.2 Các kịch bản cập nhật OTA phổ biến hiện nay.....	9
2.2.3 Yêu cầu thiết kế OTA cho hệ thống IoT	9
2.3. Nền tảng IoT	10
2.3.1 Nền tảng IoT là gì?.....	10
2.3.2 Các phương thức kết nối của IoT Platform.....	11

2.3.3 Các thành phần cơ bản của một IoT Platform.....	11
2.4 Kết luận chương	11
CHƯƠNG III: THIẾT KẾ VÀ PHÂN TÍCH HỆ THỐNG.....	12
3.1. Yêu cầu chức năng và phi chức năng	12
3.1.1. Yêu cầu chức năng	12
3.1.2. Yêu cầu phi chức năng	12
3.2. Mô hình khối hệ thống.....	12
3.3. Sơ đồ khối của thiết bị.....	13
3.3.1 Khối cảm biến	13
3.3.2 Nodemcu ESP32 (khối xử lý và truyền nhận)	14
3.3.3 Khối nguồn.....	17
3.4 Sơ đồ khối gateway	18
3.4.1 Máy tính nhúng Raspberry Pi	18
3.4.2 Thuật toán cho gateway	20
3.5 Thingsboard	21
3.5.1. Giới thiệu về Thingsboard.....	21
3.5.2. Các tính năng chính.....	23
3.8 Thực hiện phần cứng	23
3.8.1 Thiết kế mạch phát	23
3.9 Thực hiện phần mềm.....	24
3.9.1 Trên thiết bị thu thập	24
3.9.2 Trên gateway	26
3.10 Kết luận chương	27
CHƯƠNG IV: SẢN PHẨM VÀ KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC.....	28
4.1. Sản phẩm thực tế.....	28
4.2. Thử nghiệm sản phẩm.....	29
4.2.1 Chức năng thu thập dữ liệu	29
4.2.2 Chức năng cập nhật thiết bị từ xa.....	30
4.3. Đánh giá sản phẩm.....	37
4.3.1 Chức năng thu thập dữ liệu	37

4.3.2 Chức năng cập nhật thiết bị.....	38
<i>4.4 Kết luận chương</i>	38
KẾT LUẬN	39
TÀI LIỆU THAM KHẢO	40

DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

OTA	Over-the-air
IoT	Internet of Thing
WPAN	Mạng vô tuyến cá nhân
WLAN	Mạng cục bộ không dây
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
TLS	Transport Layer Security
MIT	Viện Công nghệ Massachusetts
CPU	Bộ phận xử lý trung tâm
MQTT	Message Queue Telemetry Transport
MAC	Địa chỉ vật lý

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. 1: Cấu trúc hệ thống IoT.....	1
Hình 1. 2: Ứng dụng của các thiết bị IoT trong cuộc sống	2
Hình 2. 1: Mô hình hóa quá trình cập nhật OTA	8
Hình 2. 2: Các thành phần tham gia quá trình cập nhật OTA	8
Hình 2. 3: Cấu trúc của IoT platform	11
Hình 2. 4: Các tiêu chuẩn wifi.....	4
Hình 2. 5: Chuẩn WLAN (802.11) trong mô hình OSI.....	7
Hình 3. 2: Mô hình chi tiết hệ thống	12
Hình 3. 3: Mô hình quá trình cập nhật OTA	13
Hình 3. 4: Sơ đồ khối mạch thiết bị.....	13
Hình 3. 5: Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11	14
Hình 3. 6: Cấu tạo CPU ESP32	15
Hình 3. 7: Sơ đồ chân Nodemcu ESP32.....	16
Hình 3. 8: Các chế độ hoạt động của Nodemcu ESP32	16
Hình 3. 9: Nguồn pin bộ thiết bị.....	17
Hình 3. 10: Sơ đồ khối gateway	18
Hình 3. 11: Phần cứng Raspberry Pi	18
Hình 3. 12: Sơ đồ thuật toán phía gateway.....	20
Hình 3. 13: Tổng quan nền tảng Thingsboard.....	21
Hình 3. 14: Sơ đồ kết nối Thingsboard	21
Hình 3. 15: Dashboard Thingsboard	22
Hình 3. 16: Tập các chuỗi quy tắc của Thingsboard	22
Hình 3. 17: Sơ đồ ghép nối mạch phát dùng wifi.....	24

Hình 3. 18: Giao diện phần mềm Visual Studio Code	25
Hình 3. 19: Quá trình phát triển ứng dụng cho ESP32.....	25
Hình 3. 20: Giao diện của ESP-IDF	26
Hình 3. 21: Tiến hành quét IP của Raspberry Pi	27
Hình 3. 22: Dữ liệu hiển thị sau khi chạy chương trình	27
Hình 4. 1: Sản phẩm thực tế	28
Hình 4. 2: Một số thiết bị trong đề tài	29
Hình 4. 3: Kết quả đo được của thiết bị 1.....	29
Hình 4. 4: Kết quả đo được của thiết bị 2.....	30
Hình 4. 5: Kết quả đo được của thiết bị 3.....	30
Hình 4. 6: Monitor khi thiết bị ở trạng thái bình thường.....	31
Hình 4. 7: Giao diện Thingsboard khi thiết bị hoạt động bình thường	31
Hình 4. 8: Upload Firmware lên Thingsboard và phân phối đến thiết bị.....	32
Hình 4. 9: Monitor khi thiết bị được cập nhật thành công	32
Hình 4. 10: Dữ liệu đo được gửi về Thingsboard theo thời gian thực	33
Hình 4. 11: Hiển thị dữ liệu thu được.....	33
Hình 4. 12: Monitor khi thiết bị ở trạng thái bình thường.....	34
Hình 4. 13: Monitor khi bản cập nhật gặp lỗi tương thích	34
Hình 4. 14: Update phiên bản đề lên phiên bản gặp lỗi	35
Hình 4. 15: Monitor thông báo thiết bị cập nhật thành công.....	35
Hình 4. 16: Dữ liệu đã được gửi về Thingsboard.....	36
Hình 4. 17: Monitor thiết bị khi đợi bản cập nhật mới.....	36
Hình 4. 18: Thiết bị bị ngắt ra khỏi cổng máy tính nên Monitor mất tín hiệu	37
Hình 4. 19: Thiết bị thông báo cập nhật thành công	37

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2. 1: Các chuẩn wifi	5
Bảng 3. 2: Thông số kỹ thuật DHT11	14
Bảng 3. 3: Các thông số CPU của ESP32	15
Bảng 3. 4: Các chế độ hoạt động của ESP32	16
Bảng 3. 5: Một số đặc điểm của modul wifi	17
Bảng 3. 6: Thông số kỹ thuật Raspberry Pi3 B+	19

TÓM TẮT ĐỒ ÁN

Chủ đề "Thiết kế và cập nhật mạng wifi trong nền tảng IoT" sẽ thực hiện hai công việc chính. Đầu tiên là thu thập dữ liệu về môi trường không khí bằng cảm biến sau đó gửi về Raspberry Pi để xử lý và gửi lên sever đồng thời đưa ra kết quả cho người dùng. Thứ hai là chức năng cập nhật chương trình từ xa qua OTA cho các thiết bị trong mạng để đáp ứng những yêu cầu sau này như: bảo mật, độ chính xác, năng lượng,...

Quyển đồ án bao gồm các cơ sở lý thuyết, thiết kế tổng quan đến chi tiết về phần cứng, phần mềm, thử nghiệm kết quả và cuối cùng là các đánh giá để cải thiện chất lượng. Nội dung trong báo cáo được trình bày theo cấu trúc sau:

CHƯƠNG 1 ĐẶT VẤN ĐỀ: trình bày khái quát về đề tài, mục tiêu mà đề tài hướng đến cũng như các phương pháp nghiên cứu được sử dụng để hoàn thành được đề tài, phân tích đi sâu tìm hiểu về kiến trúc tổng quan hệ thống, về những công nghệ mà em sử dụng để hoàn thành đề tài.

CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT: cung cấp các cơ sở lý thuyết, cơ sở để thiết kế sản phẩm, cũng như nguyên lý hoạt động nhằm đáp ứng được mục tiêu đặt ra.

CHƯƠNG 3 THIẾT KẾ VÀ PHÂN TÍCH HỆ THỐNG: trình bày thiết kế tổng quan hệ thống, tiến hành xây dựng phần cứng và phần mềm tích hợp vào hệ thống

CHƯƠNG 4 SẢN PHẨM VÀ KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC: đưa ra các kết quả đạt được và đánh giá mọi khía cạnh cũng như hướng cải thiện tiếp theo để sản phẩm có thể tốt hơn.

ABSTRACTION

The topic "Design and update wifi network in IoT platform" will do two main jobs. The first is to collect data about the air environment by the sensor and then send it to the Raspberry Pi for processing and sending to the server and give the results to the user. The second is the function of updating the program remotely via OTA for devices in the network to meet the following requirements such as security, accuracy, power, ...

The project book includes the theoretical basis, design overview in detail about hardware, software, measurement test results and finally the evaluation to improve the quality of the equipment. The content in the report is presented in the following structure:

CHAPTER 1 PROBLEMS: present an overview of the topic and objectives that the topic is directed to as well as the research methods used to complete the topic, analyze in depth the understanding of the overall relationship architecture. system, about the technology you use to complete the topic.

CHAPTER 2 THEORETICAL BASIS: provides the theoretical basis, the basis for product design, as well as operational principles to meet the set goals.

CHAPTER 3 SYSTEM DESIGN AND ANALYSIS: present the system overview design, proceed to build the hardware and software integrated into the system.

CHAPTER 4 RESULTS AND EVALUATION: provides the results achieved and evaluate all aspects, directions for improvement to make the product better and better.

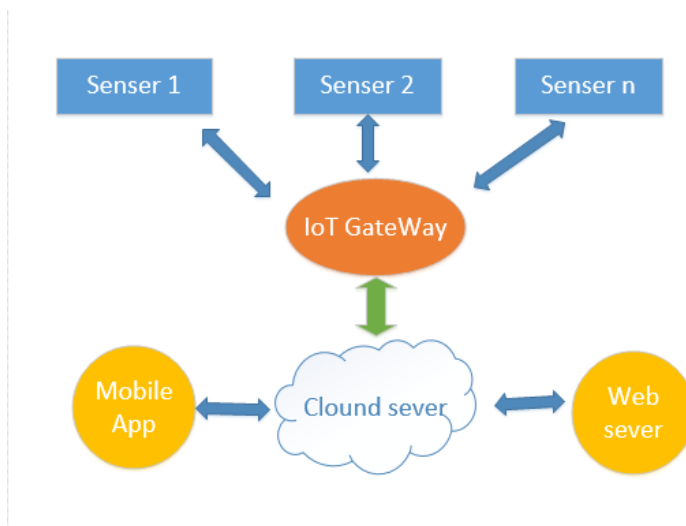
CHƯƠNG I: ĐẶT VẤN ĐỀ

Chương 1 trình bày khái quát về Internet of Things, và nêu lên những yêu cầu thực tiễn mà mục tiêu đề tài hướng đến

1.1 Tổng quan về Internet of Things

IoT (Internet of Things) được dịch sang tiếng Việt với nhiều tên gọi khác nhau như Internet vạn vật, mạng lưới thiết bị kết nối internet, mạng lưới vạn vật kết nối internet nhưng thuật ngữ được sử dụng phổ biến nhất là internet vạn vật.

IoT là một liên mạng với sự tham gia nhiều thành phần. Trong đó các thiết bị, phương tiện vận tải (được gọi là "thiết bị kết nối" và "thiết bị thông minh"), phòng ốc và các trang thiết bị khác được nhúng với các bộ phận điện tử, phần mềm, cảm biến, cơ cấu chấp hành cùng với khả năng kết nối mạng máy tính giúp cho các thiết bị này có thể thu thập và truyền tải dữ liệu.



Hình 1. 1: Cấu trúc hệ thống IoT

Cấu trúc cơ bản của một hệ thống IoT được thể hiện ở Hình 1.2 bao gồm các thiết bị thu thập tín hiệu, sau đó qua các giao thức truyền thông về tới cổng kết nối Gateway sau đó được đưa lên các đám mây. Các thông tin này có thể được truy xuất và sử dụng trong các mục đích khác nhau trong các hoàn cảnh điều kiện khác nhau.

Hiện nay các thiết bị IoT ngày càng phổ biến, được áp dụng rộng rãi vào nhiều lĩnh vực và có vai trò rất quan trọng trong cuộc sống. Một số ứng dụng của hệ thống IoT có thể kể đến như:

- Camera giao thông giúp giám sát phương tiện và kiểm soát giao thông
- Nông nghiệp thông minh giúp tự động tưới nước, cho ăn, giám sát từ xa
- Quản lý môi trường giúp quản lý theo dõi các thông số môi trường

- Nhà ở thông minh giúp giám sát mức tiêu thụ điện nước, điều khiển các thiết bị gia dụng từ xa, ...
- Báo động thông minh giúp theo dõi và cảnh báo các vấn đề từ xa
- Quản lý và lập kế hoạch quản lý đô thị thông minh



Hình 1. 2: Ứng dụng của các thiết bị IoT trong cuộc sống

Lựa chọn phần cứng và phần mềm là một hành trình thú vị và đôi khi phức tạp. Có rất nhiều thứ để lựa chọn và đánh đổi bằng giá cả, hiệu suất và bảo mật.

1.2 Tổng quan chung về đề tài

1.2.1 Lý do chọn đề tài

Với sự phát triển mạnh mẽ của các thiết bị IoT như hiện tại, việc sử dụng các thiết bị IoT để thu thập tín hiệu là rất phổ biến. Không đứng ngoài xu hướng này, trong tình trạng môi trường bị ô nhiễm như ở các thành phố lớn, hay tại các khu công nghiệp của Việt Nam rất cần có những giải pháp theo dõi và cảnh báo chất lượng không khí, môi trường.

Đồng thời để nâng cao tuổi thọ cũng như tối ưu các tính năng hay sửa lỗi của một thiết bị IoT cần rất nhiều thời gian nghiên cứu. Ngay cả sau khi các thiết bị được phát hành. Trong khi đó việc thu hồi lại các thiết bị để cập nhật bằng cập là không thực dụng cả về không gian, thời gian lẫn chi phí.

Từ những nhu cầu cấp thiết ở trên nên em chọn đề tài “Thiết kế và cập nhật mạng wifi trong nền tảng IoT” làm đề tài đồ án tốt nghiệp của mình.

1.2.2 Mục tiêu của của đề tài

Đề tài đồ án tốt nghiệp tập trung vào việc xây dựng và tích hợp khả năng cập nhật không dây OTA cho các thiết bị trong mạng wifi kết nối, để thu thập dữ liệu môi trường. Cho phép thiết bị phát hiện, tải và cập nhật các phiên bản cập nhật mới nhất cho thiết bị. Cụ thể bài toán đặt ra cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Xây dựng hệ thống gồm 3 thiết bị thu thập dữ liệu tới Gateway xử lý. Sau đó dữ liệu được gửi từ gateway đến sever
- Truyền và nhận giữ liệu qua giao thức MQTT
- Dữ liệu gửi lên sever được hiển thị một cách trực quan
- Tính năng cập nhật không dây từ xa được thực hiện an toàn

1.3 Kết luận chương

Chương 1 đã nêu ra thực trạng hiện tại, về sự phát triển của IoT trong các lĩnh vực mà đặc biệt là quan chắt, giám sát. Nêu lên tính thực tiễn mà mục tiêu mà đề tài hướng đến.

CHƯƠNG II: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Chương 2 cung cấp các cơ sở lý thuyết về các thực thể có mặt trong đề tài. Cụ thể là làm rõ hơn các khái niệm cũng như kiến thức về cập nhật OTA, nền tảng IoT hay công nghệ Wifi.

2.1 Tổng quan về mạng Wifi (IEEE 802.11)

2.1.1 Khái niệm

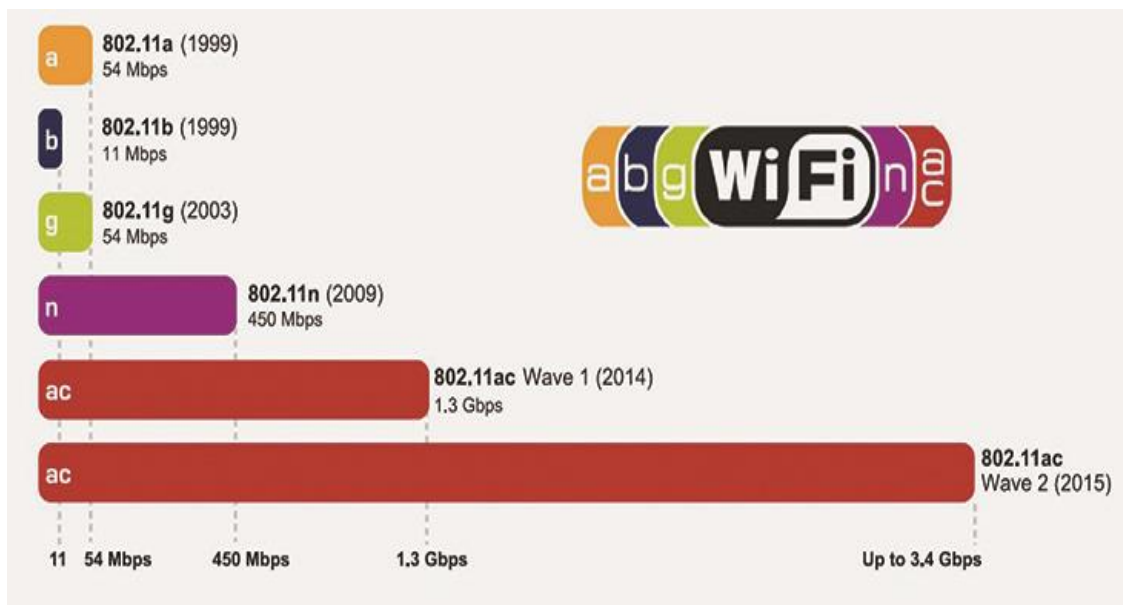
Wifi là viết tắt của Wireless Fidelity là hệ thống truy cập internet không dây. Loại sóng vô tuyến này tương tự như sóng điện thoại, truyền hình và radio. Wifi là công cụ kết nối không thể thiếu trên điện thoại, laptop, máy tính bảng và một số thiết bị thông minh khác như smartwatch.

2.1.2 Đặc điểm

Về mặt bản chất, WiFi sử dụng sóng điện từ giống như sóng di động hay sóng truyền hình. Tuy nhiên, giữa các loại sóng này có sự khác biệt về tần số dẫn đến tính chất và khả năng ứng dụng rất đa dạng của chúng cho nhiều mục đích.

Dải tần hoạt động: hầu hết các wifi hiện nay đều hoạt động trên hai loại băng tần là 2,4GHz và 5GHz với các chuẩn kết nối IEEE 802.11

2.1.3 Tiêu chuẩn Wifi



Hình 2. 1: Các tiêu chuẩn wifi

Bảng dưới đây giới thiệu các chuẩn wifi thông dụng :

Bảng 2. 1: Các chuẩn wifi

Chuẩn 802.11	Năm 1997, IEEE giới thiệu chuẩn mạng không dây đầu tiên và đặt tên nó là 802.11. Khi đó, tốc độ hỗ trợ tối đa của mạng này chỉ là 2 Mbps với băng tần 2.4GHz.
Chuẩn 802.11b	Vào tháng 7/1999, chuẩn 802.11b ra đời và hỗ trợ tốc độ lên đến 11Mbps. Chuẩn này cũng hoạt động tại băng tần 2.4GHz nên cũng rất dễ bị nhiễu từ các thiết bị điện tử khác.
Chuẩn 802.11a	Song song với quá trình hình thành chuẩn b, chuẩn 802.11a phát ở tần số cao hơn là 5GHz nhằm tránh bị nhiễu từ các thiết bị khác. Tốc độ xử lý của chuẩn đạt 54 Mbps tuy nhiên chuẩn này khó xuyên qua các vách tường và giá cả của nó hơi cao.
Chuẩn 802.11g	Chuẩn 802.11g có phần hơn so với chuẩn b, tuy nhiên nó cũng hoạt động ở tần số 2.4GHz nên vẫn dễ nhiễu. Chuẩn này có thể xử lý tốc độ lên tới 54 Mbps
Chuẩn 802.11n	Ra mắt năm 2009 và là chuẩn phổ biến nhất hiện nay nhờ sự vượt trội hơn so với chuẩn b và g. Chuẩn kết nối 802.11n hỗ trợ tốc độ tối đa lên đến 300Mbps, có thể hoạt động trên cả băng tần 2,4 GHz và 5 GHz. Chuẩn kết nối này đã và đang dần thay thế chuẩn 802.11g với, phạm vi phát sóng lớn hơn, tốc độ cao hơn và giá hợp lý.
Chuẩn 802.11ac	Chuẩn được IEEE giới thiệu vào đầu năm 2013, hoạt động ở băng tần 5 GHz. Chuẩn ac có thể mang đến cho người dùng trải nghiệm tốc độ cao nhất lên đến 1730 Mbps. Do vấn đề giá thành cao nên các thiết bị phát tín hiệu cho chuẩn này chưa phổ biến dẫn đến các thiết bị này sẽ bị hạn chế sự tối ưu do thiết bị phát
Chuẩn 802.11ad	Được giới thiệu năm 2014, chuẩn wifi 802.11ad được hỗ trợ băng thông lên đến 70 Gbps và hoạt động ở dải tần 60GHz. Nhược điểm của chuẩn này là sóng tín hiệu khó có thể xuyên qua các bức tường, đồng nghĩa với việc chỉ cần Router khuất khỏi tầm mắt, thiết bị sẽ không còn kết nối tới Wifi được nữa.
Chuẩn 802.11ax	Wi-Fi 6 là bản cập nhật mới nhất cho chuẩn mạng không dây. Wi-Fi 6 dựa trên tiêu chuẩn IEEE 802.11ax, với tốc độ nhanh hơn, dung lượng lớn hơn và hiệu suất năng lượng được cải thiện tốt hơn so với các kết nối không dây trước đây. Tên gọi mới Wifi 6 này chính thức được áp dụng từ năm 2019.

2.1.4 Truyền dữ liệu

Các sóng vô tuyến sử dụng cho WiFi gần giống với các sóng vô tuyến sử dụng cho thiết bị cầm tay, điện thoại di động và các thiết bị khác. Nó có thể chuyển và nhận sóng vô tuyến, chuyển đổi các mã nhị phân 1 và 0 sang sóng vô tuyến và ngược lại. Tuy nhiên, sóng WiFi có một số khác biệt so với các sóng vô tuyến khác ở chỗ: Chúng truyền

và phát tín hiệu ở tần số 2.4 GHz hoặc 5 GHz. Tần số này cao hơn so với các tần số sử dụng cho điện thoại di động, các thiết bị cầm tay và truyền hình. Tần số cao hơn cho phép tín hiệu mang theo nhiều dữ liệu hơn.

Hiện nay, đa số các thiết bị wifi đều tuân theo chuẩn 802.11n, được phát ở tần số 2.4Ghz và đạt tốc độ xử lý tối đa 300Megabit/giây

2.1.5 Các thành phần trong mạng

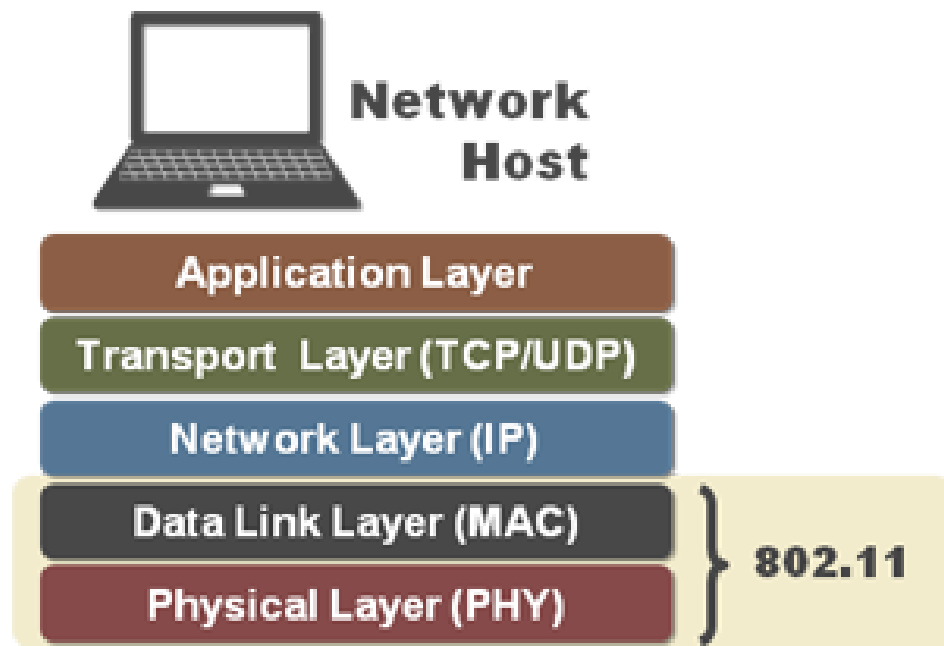
Năm loại thành phần được thấy phổ biến ở một mạng wifi là:

- Wireless network adaptes (WNA): mỗi máy tính mà ta muốn kết nối với một mạng WLAN phải có một card mạng không dây được trang bị như một anten có khả năng thu/phát sóng radio. Card này đôi khi được gọi dưới tên NIC như là một card kết nối với PC thông qua cổng PCI.
- Wireless access points (WAP): có khả năng kết nối nhiều máy tính trong nhà vào hệ thống WLAN nếu như tất cả được trang bị WNA.
- Wireless routers: giống như router có băng thông rộng, router không dây cũng hỗ trợ chia sẻ Internet với các công nghệ tường lửa được cải tiến liên tục.
- Wireless antennas: là anten của các router để nó hỗ trợ việc thu/phát trên các mạng WLAN. Hiện nay các anten bên trong router, một số có thể nhìn thấy ngay bên ngoài router.
- Wireless signal booster: đây là thiết bị giúp tăng cường tín hiệu wifi mà các nhà sản xuất hoặc các điểm truy cập Internet wifi được thông suốt, không bị đứt quãng

2.1.6 Mô hình mạng

- Mạng hình sao: Trong mạng có duy nhất 1 switch/hub đóng vai trò như là 1 accesspoint kết nối các trạm với nhau
- Mạng lưới: kiến trúc mạng kết nối các điểm truy cập WiFi trong một phạm vi rộng (lên đến hàng Km) với nhau và các điểm truy cập này sẽ kết nối với nhau nhằm cung cấp một mạng lưới những điểm truy cập thống nhất và có thể phủ sóng toàn bộ khu vực nhất định, các dữ liệu được tự động định tuyến để tối ưu hóa việc kết nối và độ ổn định. Ngoài ra, khi một trong các điểm truy cập gặp phải sự cố thì các điểm khác tự động bổ sung lưu lượng và đảm nhiệm thay cho vị trí của điểm truy cập bị lỗi đó cho đến khi nó được khắc phục hoàn toàn.

2.1.7 Cấu trúc



Hình 2. 2: Chuẩn WLAN (802.11) trong mô hình OSI

Data Link Layer (MAC): Chịu trách nhiệm liên kết truyền dữ liệu đáng tin cậy:

- Truy cập kênh (CSMA/CA)
- Địa chỉ
- Khung xác nhận(quản lý, dữ liệu, khung điều khiển)
- Phát hiện lỗi
- Cơ chế bảo mật

Physical Layer (PHY): Chịu trách nhiệm truyền các bit.

2.1.8 Kết luận

Việc dùng Wifi trong công tác giám sát, điều khiển thông minh thì đã quá phổ biến. Nhưng chưa thật sự tối ưu. Các ứng dụng đòi hỏi về tốc độ cao như camera, xử lý ảnh,... cần phát hiện và truyền dữ liệu cao về trung tâm thì chúng ta nên dùng Wifi.

Việc dùng Wifi tuy là sẽ đồng bộ với thiết bị hiện tại nhưng khả năng mở rộng khó và chi phí sẽ cao cho một hệ thống không đòi hỏi tốc độ quá cao.

2.2 Tổng quan về cập nhật OTA

2.2.1 Cập nhật OTA là gì

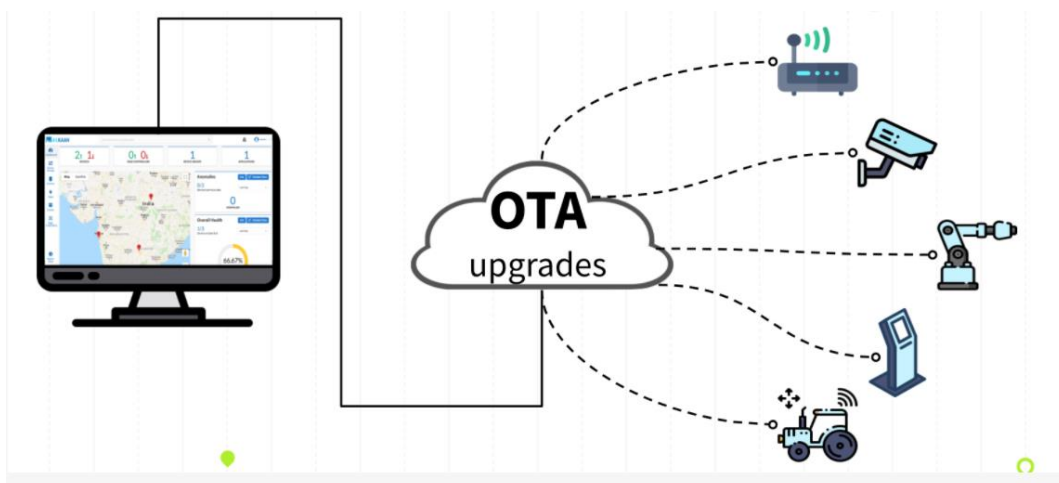
Bản cập nhật qua mạng (OTA- over the air firmware update) là một cơ chế để cập nhật phần cứng được kết nối internet từ xa với các cài đặt, phần mềm và / hoặc phần sụn

mới. Cơ chế cập nhật OTA là một phần cốt lõi của kiến trúc hệ thống, với thiết bị phần cứng từ xa chịu trách nhiệm xác định và áp dụng các bản cập nhật cho chính nó và máy chủ đám mây chịu trách nhiệm phân phối các bản cập nhật cho các máy khách phần cứng được kết nối của nó.

Cập nhật chương trình cơ sở qua mạng (OTA) là một thành phần quan trọng của bất kỳ hệ thống IoT nào.

Giá trị của việc kết hợp khả năng cập nhật OTA vào một sản phẩm được kết nối bao gồm:

- Khả năng thêm các tính năng phần mềm mới vào sản phẩm sau khi thiết bị đã được triển khai tại hiện trường để cải thiện chức năng theo thời gian
- Cơ hội phản hồi nhanh chóng các lỗi và lỗ hổng bảo mật mà không cần thu hồi vật lý thiết bị hoặc xe tải
- Đảm bảo các nhà phát triển nhúng có thể nhanh chóng tạo nguyên mẫu và triển khai liên mạch các phiên bản mới của phần sụn thiết bị, tăng tốc chu kỳ đổi mới



Hình 2. 3: Mô hình hóa quá trình cập nhật OTA

Như có thể thấy trong hình 2.1, để một bản cập nhật OTA thành công yêu cầu sự phối hợp phức tạp giữa phần cứng IoT, chương trình cơ sở, kết nối mạng và Cloud Sever.



Hình 2. 4: Các thành phần tham gia quá trình cập nhật OTA

Trong đó:

- Phần cứng: cần được thiết kế dựa trên yêu cầu cung cấp khả năng cập nhật OTA từ khi xuất xưởng.
- Hệ điều hành thiết bị: được cấu trúc để chấp nhận các bản cập nhật chương trình cơ sở từ đám mây một cách liên tục và đáng tin cậy.
- Khả năng kết nối: các thiết bị cần được cung cấp kết nối Internet bằng Wifi, mạng di động, cáp mạng,... để có thể phát hiện và tải về các bản cập nhật mới nhất.
- Cloud sever: nơi tải lên, lưu trữ và phân phối các bản cập nhật cho các thiết bị.

Bất kỳ một yếu tố nào trong bốn yếu tố kể trên không được bảo đảm thì quá trình cập nhật OTA sẽ bị thất bại

2.2.2 Các kịch bản cập nhật OTA phổ biến hiện nay

Không có cách tiếp cận nào phù hợp với tất cả các phương pháp tiếp cận OTA. Cách tiếp cận phù hợp cho một dự án IoT nhất định phụ thuộc vào bản chất của phần cứng đang được xem xét, kiến trúc hệ thống tổng thể, khả năng của nhóm phát triển sản phẩm và bản thân sản phẩm. Các kịch bản cập nhật OTA phổ biến nhất như sau:

- Cập nhật OTA trên nền tảng đám mây: Một vi điều khiển được kết nối internet có khả năng nhận hình ảnh phân sụn mới từ một máy chủ từ xa. Những hình ảnh này có thể chứa các bản cập nhật cho cả khả năng phần cứng cơ bản của vi điều khiển, cũng như cho ứng dụng chạy trên đầu chúng.
- Cập nhật OTA trên cổng đám mây: Cổng kết nối internet, chịu trách nhiệm quản lý một nhóm thiết bị cạnh cục bộ, có khả năng nhận các bản cập nhật từ máy chủ từ xa làm thay đổi bất kỳ hoặc tất cả ứng dụng phần mềm, môi trường máy chủ của ứng dụng phần mềm và / hoặc phần sụn của thiết bị cổng.
- Cập nhật OTA Edge-to-gateway-to-cloud: Cổng kết nối internet chịu trách nhiệm quản lý một nhóm các thiết bị cạnh được kết nối cục bộ, do đó có khả năng nhận các bản cập nhật firmware từ xa thông qua cổng.

2.2.3 Yêu cầu thiết kế OTA cho hệ thống IoT

Việc cập nhật OTA không thành công có thể khiến thiết bị gặp phải nhiều sự cố không mong muốn. Điểm chung của những sự cố này không chỉ là hình ảnh thiết bị mới bị lỗi, rủi ro vĩnh viễn khi có phần mềm, mà cơ chế OTA không được thực hiện theo cách không an toàn, có nghĩa là cả người dùng và nhà sản xuất đều không thể dễ dàng rollback hoặc ghi đè hình ảnh xấu.

Dưới đây là một số cân nhắc chính cần tính đến khi nghĩ về các giải pháp cập nhật OTA cho các hệ thống IoT:

- Tự động phục hồi từ các cập nhật bị hỏng hoặc bị gián đoạn là phải: các cập nhật OTA phải là toàn vẹn, thành công hoàn toàn hoặc thất bại theo cách có thể phục hồi. Bản cập nhật không thành công sẽ có khả năng quay trở lại phiên bản ổn định trước đó và không có bản cập nhật nào có khả năng vô hiệu hóa kết nối của thiết bị với máy chủ cập nhật và ngăn không cho các bản cập nhật tiếp theo bị đẩy.
- Mã nguồn gốc và kiểm tra tính toàn vẹn là rất cần thiết: mặc dù khả năng nhận các bản cập nhật từ xa của một thiết bị được kết nối mang lại nhiều lợi ích, nhưng nó cũng gây ra những lo ngại về bảo mật. Việc ký mã hóa phải được sử dụng để xác nhận rằng các thiết bị được kết nối chỉ chấp nhận mã từ các tác giả đã được xác minh và mã không bị thay đổi trong quá trình vận chuyển.
- Mã xác minh tương thích được khuyến khích: một sự không phù hợp vô tình có thể có những hậu quả rất khó, nếu không muốn nói là không thể phục hồi. Vì vậy cần phải kiểm tra sự tương thích của phần mềm với phần cứng cơ sở trước khi tiến hành cập nhật cho thiết bị
- Sử dụng các kênh liên lạc an toàn theo mặc định: tất cả các cập nhật OTA nên được thực hiện trên các kênh truyền thông được mã hóa. Điều này không chỉ bao gồm kết nối TLS giữa đám mây và cổng hoặc cạnh được kết nối internet, mà còn bao gồm kết nối cục bộ giữa cổng và các thiết bị cạnh của nó.

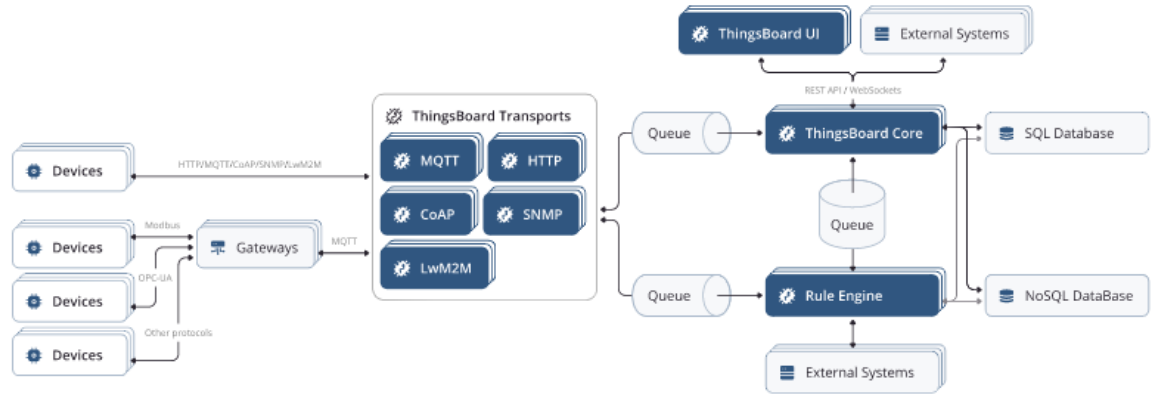
Ngoài ra, những năm gần đây, người ta còn phát triển khả năng cập nhật từng phần hoặc một phần trên nhân cơ sở hệ điều hành có sẵn trên thiết bị để tiết kiệm tài nguyên băng thông cũng như thời gian xử lý trên các thiết bị có vi xử lý mạnh mẽ.

2.3. Nền tảng IoT

2.3.1 Nền tảng IoT là gì?

IoT Platform (nền tảng IoT) là công nghệ cho phép quản lý, tự động hóa và thu thập dữ liệu dễ dàng từ các thiết bị, cảm biến, mạng trong hệ thống qua các tùy chọn kết nối, đảm bảo tính bảo mật. IoT Platform là phần không thể thiếu trong bất kỳ hệ thống IoT nào. Nó giúp giảm thiểu rủi ro, giảm chi phí phát triển, đẩy nhanh thời gian sản xuất,...

Các IoT Platform ngày càng được chú trọng phát triển với nhiều tính năng hiện đại trên cả phần mềm và phần cứng như: giao diện mới thân thiện với người dùng, xử lý phân tích dữ liệu trên nhiều thiết bị, triển khai dựa trên đám mây,...



Hình 2. 5: Cấu trúc của IoT platform

2.3.2 Các phương thức kết nối của IoT Platform

Các hình thức kết nối của IoT Platform phổ biến

- Mạng di động truyền thống: 2G, 3G, 4G
- Mạng di động LPWA: NB-IoT, Lte
- Mạng không di động LPWA: LoraWAN, sigfox
- Vệ tinh
- WLAN (wifi)
- Mạng dây LAN
- Mạng không dây: Bluetooth

2.3.3 Các thành phần cơ bản của một IoT Platform

Các thành phần cơ bản của IoT Platform:

- Thiết bị: là các loại cảm biến, máy móc hoặc các thiết bị khác thực hiện chức năng như: truyền hoặc nhận dữ liệu, thu thập dữ liệu, là thiết bị kết nối,...
- Phương thức kết nối: được lựa chọn dựa trên thông số của các thiết bị và server/cloud.
- Bộ phận xử lý dữ liệu: thông thường là server/cloud sẽ nhận dữ liệu từ các thiết bị. Sau đó phân tích và đưa ra kế hoạch thực hiện.
- Giao diện: là nơi giúp người dùng quan sát và nắm rõ được toàn bộ quá trình vận hành của hệ thống. Tại đây, người dùng có thể tương tác được với dữ liệu.

2.4 Kết luận chương

Như vậy, chương 2 đã cung cấp các cơ sở lý thuyết về các thực thể có mặt trong đề tài như kiến thức về cập nhật OTA, nền tảng IoT hay công nghệ Wifi. Từ đó làm cơ sở để phát triển và thực hiện đề tài.

CHƯƠNG III: THIẾT KẾ VÀ PHÂN TÍCH HỆ THỐNG

Chương 3 trình bày yêu cầu hệ thống, sơ đồ khối hệ thống, chi tiết các khối hệ thống, trình bày thiết kế phần cứng và phần mềm hệ thống.

3.1. Yêu cầu chức năng và phi chức năng

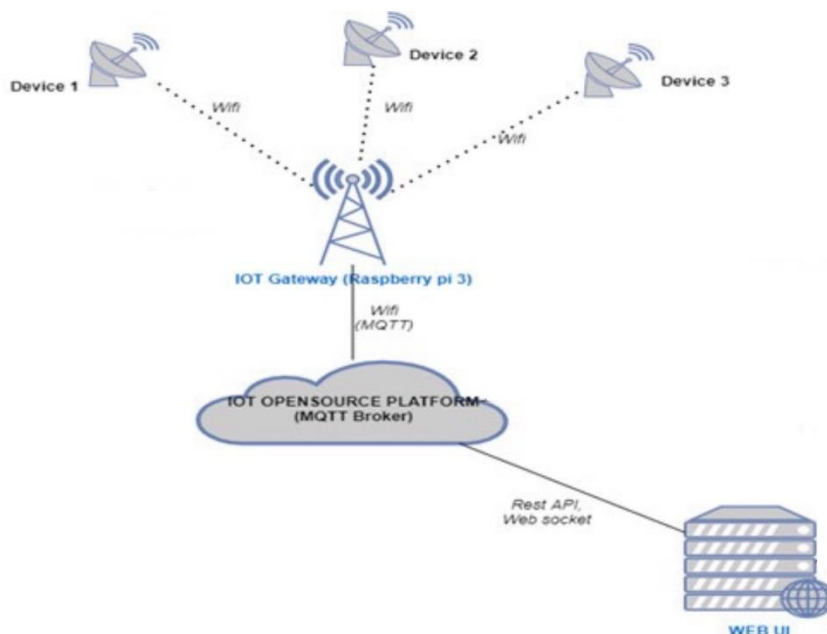
3.1.1. Yêu cầu chức năng

- Thiết bị có đo đạc được các thông số nhiệt độ độ ẩm.
- Thiết bị thu có khả năng cập nhật cấu hình lại từ xa thông qua mạng wifi.
- Dữ liệu truyền nhận không dây qua wifi với khoảng cách tối đa 40-60m.
- Dữ liệu thu được từ thiết bị được gửi tới gateway để xử lý và gửi lên sever
- Xây dựng và thiết kế chức năng cập nhật cấu hình cho các thiết bị
- Hiển thị trực dữ liệu thu được trên Web UI

3.1.2. Yêu cầu phi chức năng

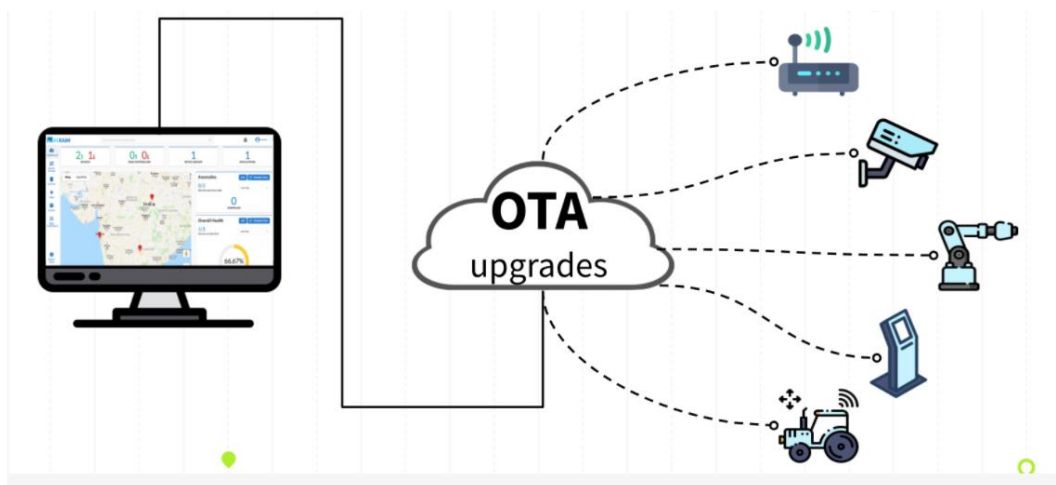
- Thiết bị hoạt động
- Giá thành phải chăng
- Dễ dàng bảo trì và sửa chữa
- Năng lượng tiêu thụ thấp, thời gian hoạt động lâu dài
- Tính năng cập nhật qua OTA dễ sử dụng,

3.2. Mô hình khối hệ thống



Hình 3. 1: Mô hình chi tiết hệ thống

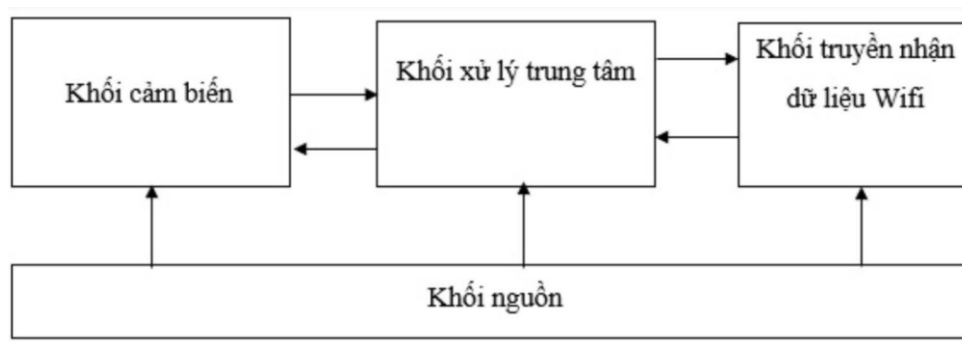
Hình 3.1 mô tả chi tiết mô hình hệ thống, sẽ bao gồm các thiết bị thu thập dữ liệu và gửi dữ liệu qua song wifi đến gateway để xử lý và gửi tới Thingsboard.



Hình 3. 2: Mô hình quá trình cập nhật OTA

Theo mô hình hệ thống biểu diễn hình 3.2. Chương trình cơ sở sẽ được người dùng tải lên là lưu trữ trên kho lưu trữ của IoT Platform, sau đó thông qua wifi để phân phối các chương trình này đến thiết bị được chỉ định. Khi quá trình tải xuống thành công, thiết bị sẽ tự động được cập nhật và khởi động lại.

3.3. Sơ đồ khối của thiết bị



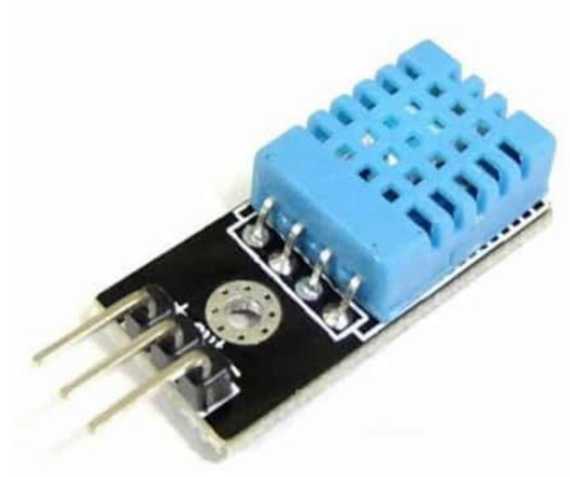
Hình 3. 3: Sơ đồ khối mạch thiết bị

Chức năng của từng khối mạch phát:

- Khối vi điều khiển: Sử dụng chip xử lý ESP32 để đọc và xử lý tín hiệu. Sau đó gửi qua modul wifi được tích hợp sẵn trong chip để gửi tín lên sever
- Khối cảm biến: Đo và đưa ra các thông số môi trường
- Khối nguồn: Tạo ra nguồn để nuôi toàn bộ năng lượng cho mạch

3.3.1 Khối cảm biến

Cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm DHT11



Hình 3. 4: Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

DHT11 là cảm biến nhiệt độ độ ẩm không khí. Nó ra đời sau và được sử dụng thay thế cho dòng SHT1x ở những nơi không cần độ chính xác cao về nhiệt độ và độ ẩm.

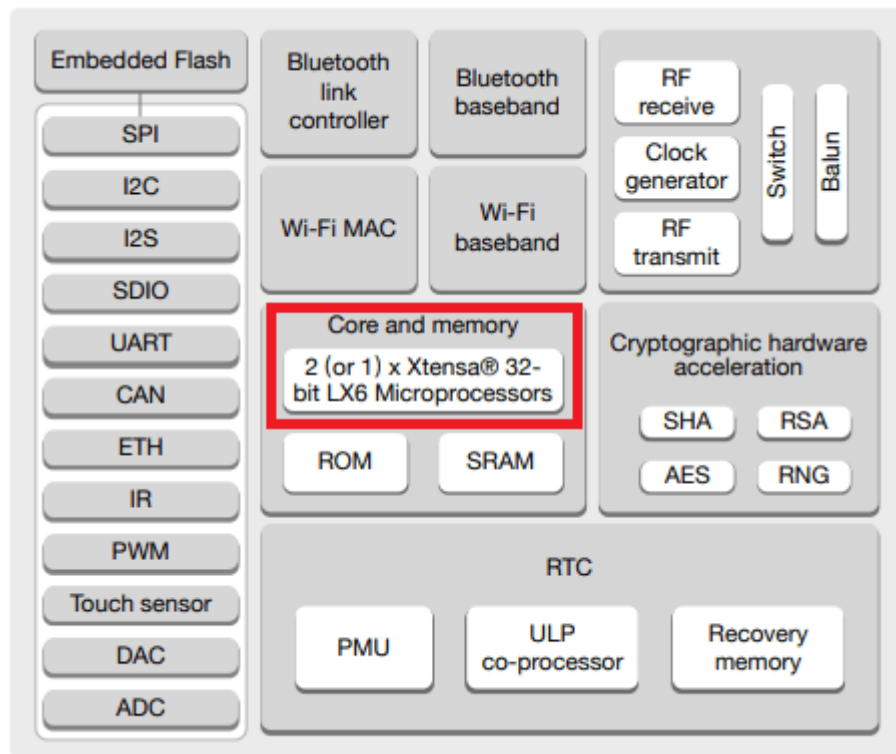
DHT11 có cấu tạo 4 chân như hình 3.3 và sử dụng giao tiếp số theo chuẩn 1 dây.

Các thông số kỹ thuật của DHT11:

Bảng 3. 2: Thông số kỹ thuật DHT11

Đo độ ẩm	20%-95%.
Nhiệt độ	0-50 độ C
Sai số độ ẩm	$\pm 5\% \text{bv}$
Sai số nhiệt độ	$\pm 2 \text{ độ C}$

3.3.2 Nodemcu ESP32 (khối xử lý và truyền nhận)

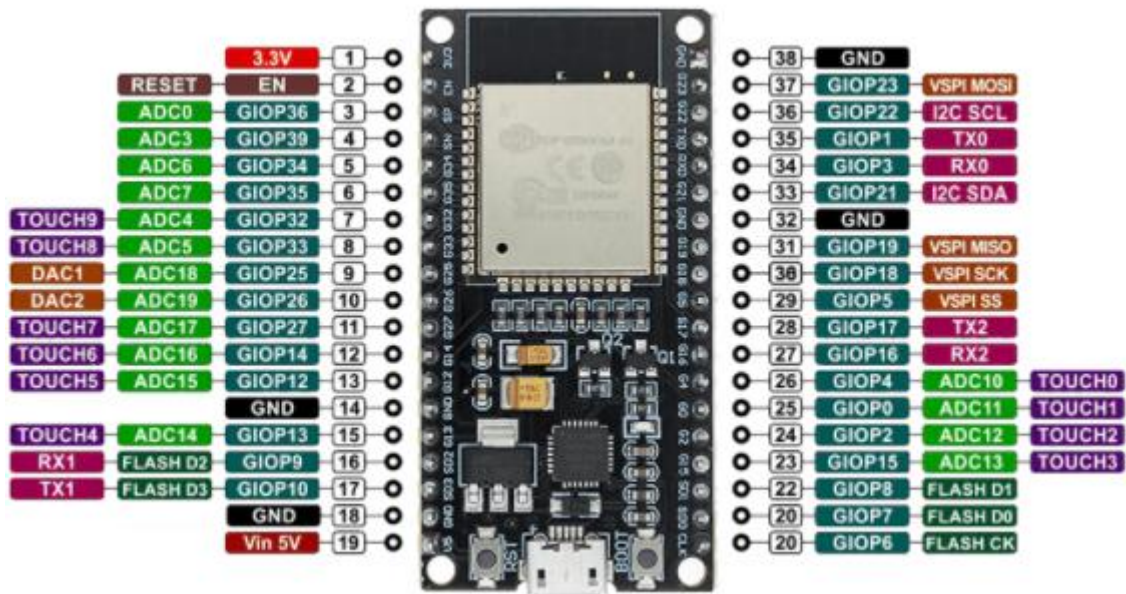


Hình 3. 5: Cấu tạo CPU ESP32

Các thông số của CPU:

Bảng 3. 3: Các thông số CPU của ESP32

CPU	được đặt tên là “PRO_CPU” và “APP_CPU” Xtensa Dual-Core LX6. Khi chúng ta dùng FreeRTOS sẽ ứng với core 0 và core 1. Vi xử lý 32 bit
Tốc độ xử lý	160-240 Mhz
Tốc độ xung nhịp đọc flash	40-80 Mhz
ROM	448 Kbyte ROM
FLASH	4Mb external FLASH
RAM	520 Kbyte SRAM, 520 Kbyte SRAM liền chip. Trong đó có 8Kbyte RAM RTC tốc độ cao và 8Kbyte RAM RTC tốc độ thấp dùng ở chế độ DeepSleep



Hình 3. 6: Sơ đồ chân Nodemcu ESP32

- Có 18 kênh bộ chuyển đổi Analog-to-Digital (ADC), 3xSPI, 3xUART, 2xI2C, 2 bộ chuyển đổi Digital-to- Analog (DAC), 2xI2S, 10 GPIO cảm biến điện dung.
- Các tính năng ADC và DAC được gán cố định . Tuy nhiên có thể tùy chỉnh chân UART, I2C, SPI, ...



Hình 3. 7: Các chế độ hoạt động của Nodemcu ESP32

Vấn đề năng lượng trong IoT là một vấn đề rất quan trọng. ESP32 có các chế độ khác nhau với các mức năng lượng tiêu thụ khác nhau:

Bảng 3. 4: Các chế độ hoạt động của ESP32

SleepMode	là trạng thái ESP32 tiết kiệm năng lượng khi không sử dụng. Năng lượng chỉ đủ truyền cho RAM lưu trữ dữ liệu
Chế độ hoạt động	tắt cả các tính năng hoạt động. Dòng chip yêu cầu là 240mA, đôi khi nếu sử dụng cả Bluetooth và Wifi, dòng có thể đến 790mA.
Light Sleep	tắt hết Wifi, BLE, RAM và CPU được định mức clock, dòng tiêu thụ ~0.8mA
Deep Sleep	ở chế độ ngủ sâu, CPU, hầu hết RAM và tất cả ngoại vi đều tắt. Các phần của chip vẫn được bật là: bộ điều khiển RTC, ngoại vi RTC và RTC memories. Dòng tiêu thụ từ 0.015-0.15 mA.
Hibernate	mọi thứ khác đều bị tắt chỉ trừ bộ đếm thời gian RTC và một số GPIO RTC đang hoạt động. Chúng chịu trách nhiệm đánh thức chip khỏi Hibernate

Mode wifi tích hợp sẵn:

Bảng 3. 5: Một số dạng điểm của modun wifi

Chuẩn	803.11b/g/n/e/I (Wifi, 2.4Ghz)
Station mode	ESP32 sẽ kết nối đến các điểm truy cập
Soft-AP	hoạt động như một điểm truy cập.
AP-STA mode	ESP32 sẽ đồng thời là điểm truy cập và truy cập đến các điểm khác
Các chế độ bảo mật cho wifi khác nhau	WPA, WPA2,WEP,..

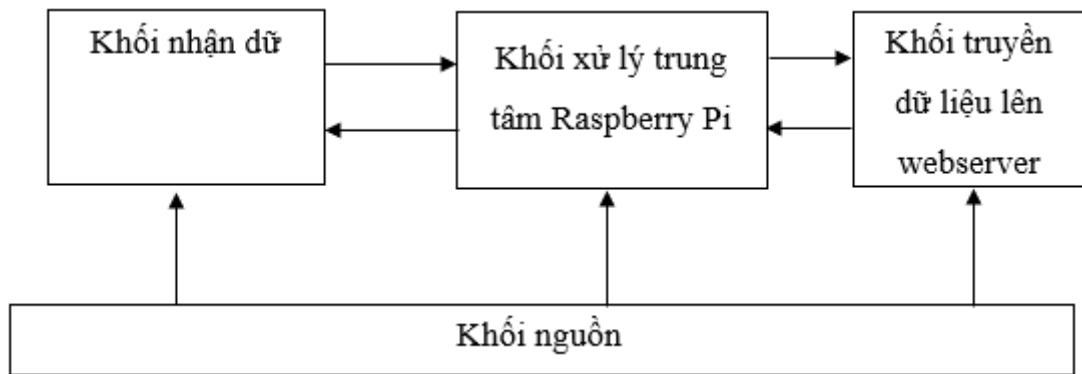
3.3.3 Khối nguồn

Nguồn được sử dụng để cung cấp năng lượng cho các khối còn lại có thể lựa chọn 1 trong 2 nguồn để sử dụng. Thứ nhất là nguồn DC 5V-2A hoặc sử dụng 02 pin UltraFire 18650 3000mAh 3.7V mắc song song.



Hình 3. 8: Nguồn pin bộ thiết bị

3.4 Sơ đồ khối gateway



Hình 3. 9: Sơ đồ khối gateway

Hệ thống mạch thu gồm 4 khối:

- Khối nhận dữ liệu: Nhận dữ liệu từ mạch phát và gửi lên khối giao tiếp để xử lý
- Khối xử lý trung tâm Raspberry Pi: Sử dụng Raspberry Pi3 để điều khiển toàn bộ hoạt động của mạch
- Khối truyền dữ liệu lên webserver: Tạo webserver và gửi các giá trị từ Raspberry lên webserver
- Khối nguồn: Sử dụng nguồn để nuôi toàn năng lượng hệ thống

3.4.1 Máy tính nhúng Raspberry Pi



Hình 3. 10: Phần cứng Raspberry Pi

Thông số kỹ thuật của Raspberry Pi được biểu diễn trong bảng dưới đây:

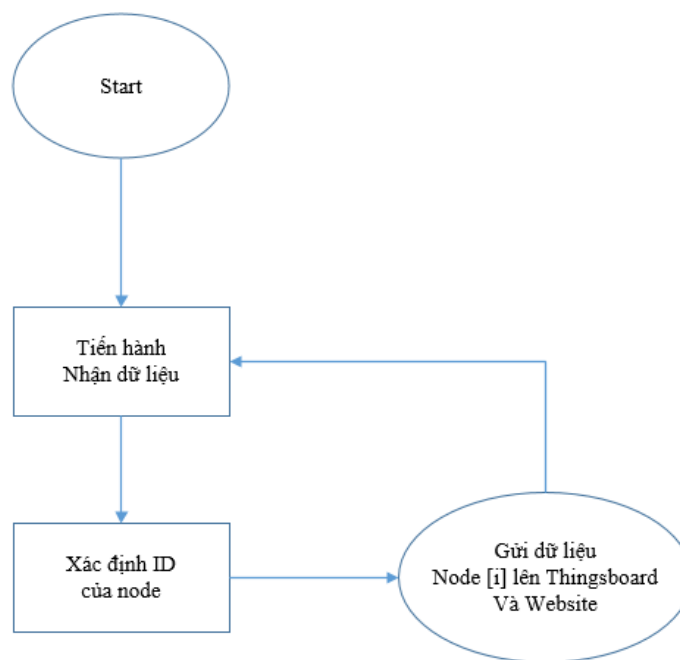
Bảng 3. 6: Thông số kỹ thuật Raspberry Pi3 B+

Vi xử lý	Broadcom BCM2837B0, quad-core A53 (ARMv8) 64-bit SoC @1.4GHz
RAM	1GB LPDDR2 SDRAM
Giao tiếp	2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11 b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE, Gigabit Ethernet over USB 2.0 (Tối đa 300Mbps).
Cổng USB	4 x 2.0
GPIO	40-pin
Video và âm thanh	DMI, MIPI DSI Display, MIPI CSI Camera, cổng stereo output và composite video 4 chân.
Multimedia	MPEG-4 decode(1080p30), encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
Lưu trữ	MicroSD
Nguồn điện sử dụng	5V/2.5A DC cổng microUSB, 5V DC trên chân GPIO, Power over Ethernet (PoE)

- Bộ xử lý trung tâm của Raspberry Pi là chip SoC (System On Chip) của Broadcom. Ram và Chip của Raspberry Pi sử dụng chủ yếu của Samsung và Hynix. Chip SoC tích hợp các thành phần cần thiết bao gồm: CPU, GPU, RAM trên duy nhất 1 đế chip tạo điều kiện cho việc thiết kế các hệ thống chạy ổn định nhưng lại yêu cầu kích thước nhỏ. SoC này khác với CPU ở trong PC thông thường ở chỗ nó được chế tạo dựa trên kiến trúc tập lệnh (Instruction Set Architect – ISA) là ARM chứ không phải kiến trúc x86 như của Intel. ARM có ISA dạng rút gọn RISC và tiêu thụ điện năng rất thấp nên phù hợp với thiết bị di động. Ngược lại x86 có ISA dạng CISC và hoạt động với công suất cao nên dễ dàng xử lý các tác vụ phức tạp trên PC.
- 40 chân GPIO (General Purpose Input Output): đúng như tên gọi của nó, từ đây có thể kết nối và điều khiển rất nhiều thiết bị điện tử/cơ khí khác
- Cổng HDMI: dùng để kết nối Pi với màn hình máy tính hay tivi có hỗ trợ cổng HDMI
- Cổng RCA Video (analog): khi thiết kế Pi người ta cũng tính đến trường hợp người sử dụng ở các nước đang phát triển không có điều kiện sắm một chiếc tivi đời mới tích hợp cổng HDMI. Vì vậy cổng video analog này được thêm vào, giúp ta có thể kết nối với chiếc tivi đời cũ mà không phải lo lắng
- Cổng audio 3.5mm: kết nối dễ dàng với loa ngoài hay headphone. Đối với tivi có cổng HDMI, ngõ âm thanh được tích hợp theo đường tín hiệu HDMI nên không cần sử dụng ngõ audio này

- Cổng USB: một điểm mạnh nữa của Pi là tích hợp 4 cổng USB 2.0. Ta có thể kết nối với bàn phím, chuột hay webcam, bộ thu GPS ..v..v.. qua đó có thể mở rộng phạm vi ứng dụng. Vì Pi chạy Linux nên hầu hết thiết bị chỉ cần cắm-và- chạy (Plug-n-Play) mà không cần cài driver phức tạp
- Cổng Ethernet: cho phép kết nối Internet dễ dàng. Cắm dây mạng vào Pi, kết nối với màn hình máy tính hay tivi và bàn phím, chuột là có thể lướt web dễ dàng.
- Khe cắm thẻ SD: Pi không tích hợp ổ cứng. Thay vào đó nó dùng thẻ SD để lưu trữ dữ liệu. Toàn bộ hệ điều hành Linux sẽ hoạt động trên thẻ SD này vì vậy nó cần kích thước thẻ nhớ tối thiểu 4 GB và dung lượng hỗ trợ tối đa là 32 GB.
- Đèn LED: Trên Pi có 5 đèn LED để hiển thị tình trạng hoạt động.
- Jack nguồn micro USB 5V, tối thiểu 700mA: nhờ thiết kế này mà có thể tận dụng hầu hết các sạc điện thoại di động trên thị trường để cấp nguồn điện cho Pi.

3.4.2 Thuật toán cho gateway



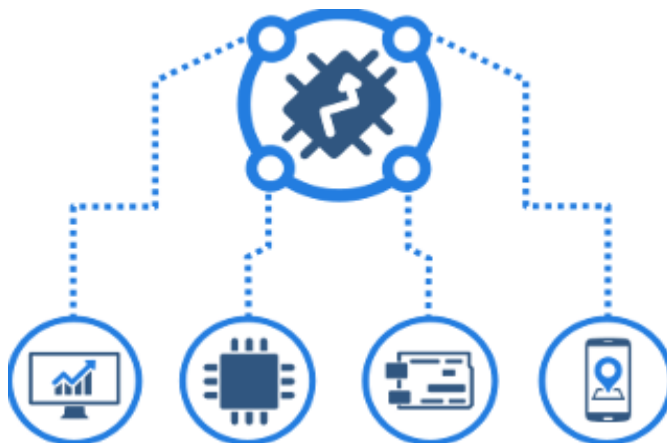
Hình 3. 11: Sơ đồ thuật toán phía gateway

Sau khi nhận được dữ liệu từ nút mạng cảm biến (node), gateway sẽ xác định ID của node và gửi dữ liệu lên Thingsboard, website với chu kỳ 1 giây 1 lần.

3.5 Thingsboard

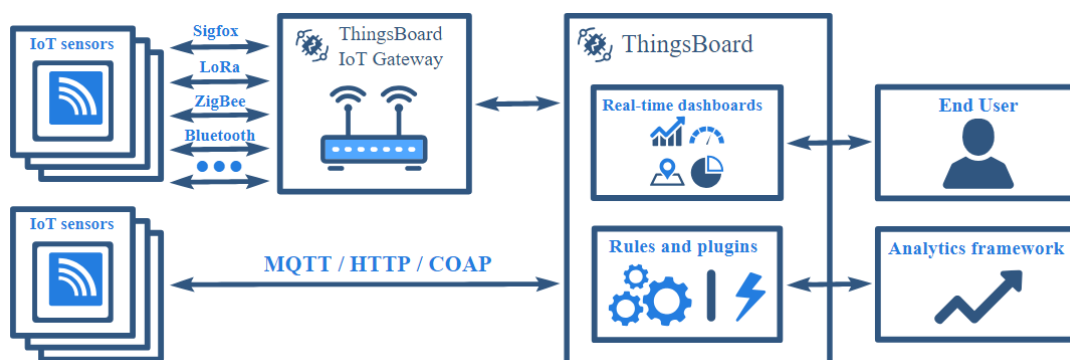
3.5.1. Giới thiệu về Thingsboard

ThingsBoard là một nền tảng IoT mã nguồn mở. Nó cho phép phát triển nhanh chóng, quản lý và mở rộng các dự án IoT. Với nền tảng Thingsboard chúng ta có thể thu thập, xử lý, hiển thị trực quan và quản lý thiết bị.



Hình 3. 12: Tổng quan nền tảng Thingsboard

Thingsboard là một IoT platform cho phép kết nối thiết bị thông qua các giao thức IoT tiêu chuẩn công nghiệp: MQTT, CoAP và HTTP, hỗ trợ triển khai đám mây và tại chỗ



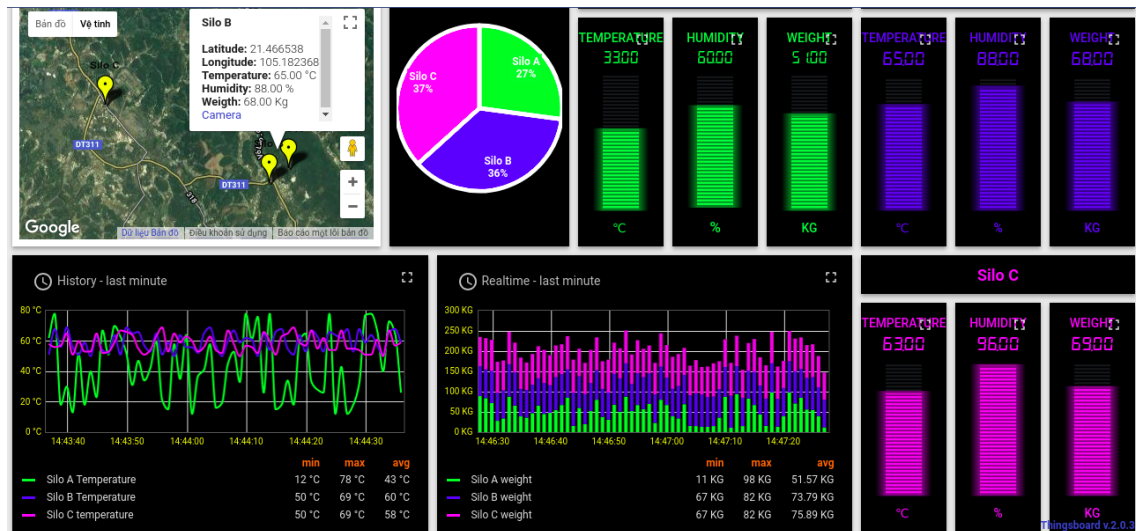
Hình 3. 13: Sơ đồ kết nối Thingsboard

Ngoài ra ThingsBoard cho phép tích hợp các thiết bị được kết nối với các hệ thống cũ và bên thứ ba bằng các giao thức hiện có. Kết nối với máy chủ OPC-UA, MQTT broker, Sigfox Backend hoặc Modbus slaves chỉ trong vài phút bằng cách kết nối qua IoT Gateway (xem hình trên).

Ngoài ra ThingsBoard cho phép tích hợp các thiết bị được kết nối với các hệ thống cũ và bên thứ ba bằng các giao thức hiện có. Kết nối với máy chủ OPC-UA, MQTT

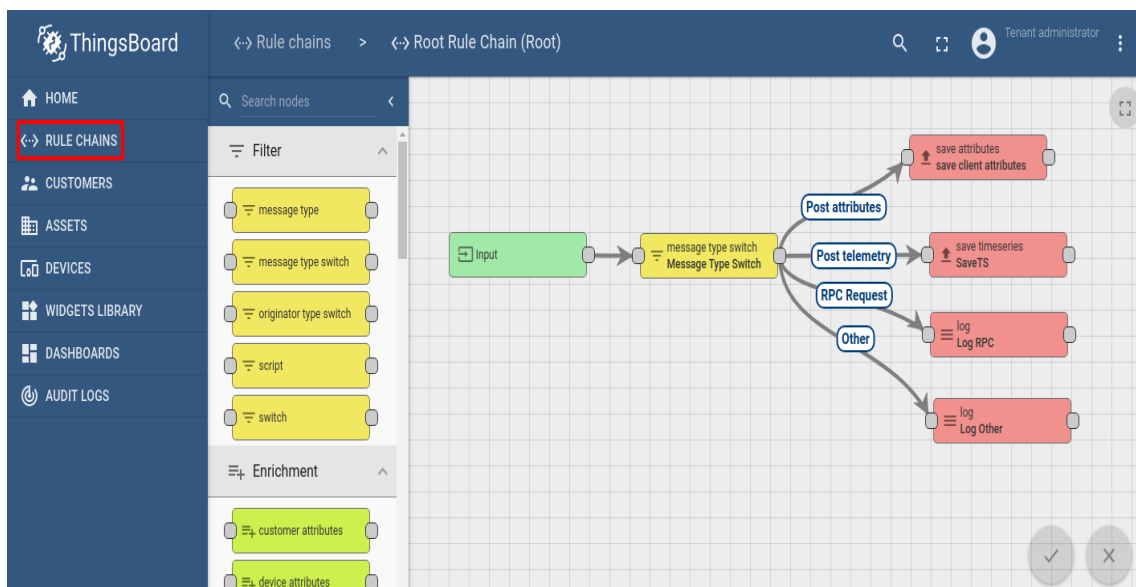
broker, Sigfox Backend hoặc Modbus slaves chỉ trong vài phút bằng cách kết nối qua IoT Gateway (xem hình trên).

ThingsBoard cho phép tạo các Bảng điều khiển (Dashboard) IoT phong phú để hiển thị dữ liệu và điều khiển thiết bị từ xa trong thời gian thực. Chúng ta có thể xây dựng một bảng điều khiển cho dự án nông trại thông minh để hiển thị trực quan các dữ liệu sản lượng, điều kiện thời tiết trong sản xuất nông nghiệp.



Hình 3. 14: Dashboard Thingsboard

ThingsBoard còn cho phép tạo Chuỗi quy tắc phức tạp để xử lý dữ liệu từ thiết bị của mình và phù hợp với các trường hợp sử dụng ứng dụng cụ thể.



Hình 3. 15: Tập các chuỗi quy tắc của Thingsboard

3.5.2. Các tính năng chính

- Thu thập dữ liệu từ xa:

Thingsboard sẽ hỗ trợ thu thập và lưu trữ dữ liệu từ xa theo cách đáng tin cậy. Có thể truy cập dữ liệu đã thu thập bằng cách sử dụng trang tổng quan web tùy chỉnh hoặc API phía máy chủ

- Hiển thị trực quan dữ liệu đã thu thập:

Thingsboard cung cấp hơn 30 tiện ích có sẵn để sử dụng cho việc hiển thị trực quan các dữ liệu thu thập được. Thingsboard cũng cho phép tạo các tiện ích riêng. Các gói tiện ích có sẵn như các tiện ích Google map, đồ thị thời gian thực, các thẻ HTML hiển thị.

- Công cụ tạo chuỗi quy tắc kéo thả thân thiện:

Xử lý dữ liệu thiết bị đến bằng chuỗi quy tắc linh hoạt dựa trên thuộc tính thực thể hoặc nội dung tin nhắn. Chuyển tiếp dữ liệu tới hệ thống bên ngoài hoặc kích hoạt báo thức bằng cách sử dụng logic tùy chỉnh. Định cấu hình chuỗi thông báo phức tạp trên các thông báo. Làm phong phú thêm chức năng phía máy chủ hoặc điều khiển thiết bị bằng các quy tắc có thể tùy chỉnh cao. Ta có thể làm điều đó bằng cách sử dụng công cụ Rule Engine kéo thả thân thiện

- Quản lý thiết bị:

Thingsboard cung cấp khả năng đăng ký và quản lý thiết bị (device). Nó cho phép theo dõi các thuộc tính thiết bị phía máy khách và cung cấp phía máy chủ. Cung cấp API cho các ứng dụng phía máy chủ để gửi các lệnh RPC tới các thiết bị và ngược lại.

- Quản lý các báo động:

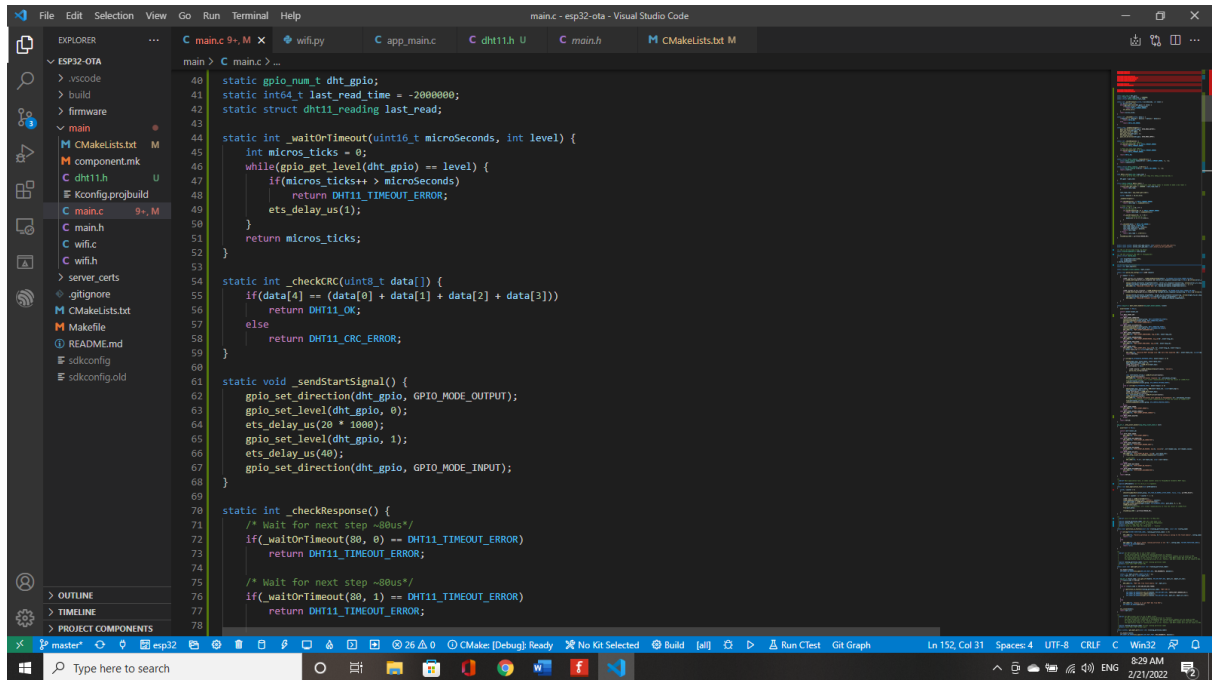
Thingsboard cung cấp khả năng tạo và quản lý các cảnh báo liên quan đến các thực thể: device, asset,... Cho phép giám sát báo động theo thời gian thực và báo động cho việc phân cấp các thực thể liên quan.

- 100% mã nguồn mở:

ThingsBoard được cấp phép theo Giấy phép Apache 2.0. Vì vậy ta có thể sử dụng bất kỳ sản phẩm nào trong các sản phẩm thương mại của mình miễn phí

3.8 Thực hiện phần cứng

3.8.1 Thiết kế mạch phát

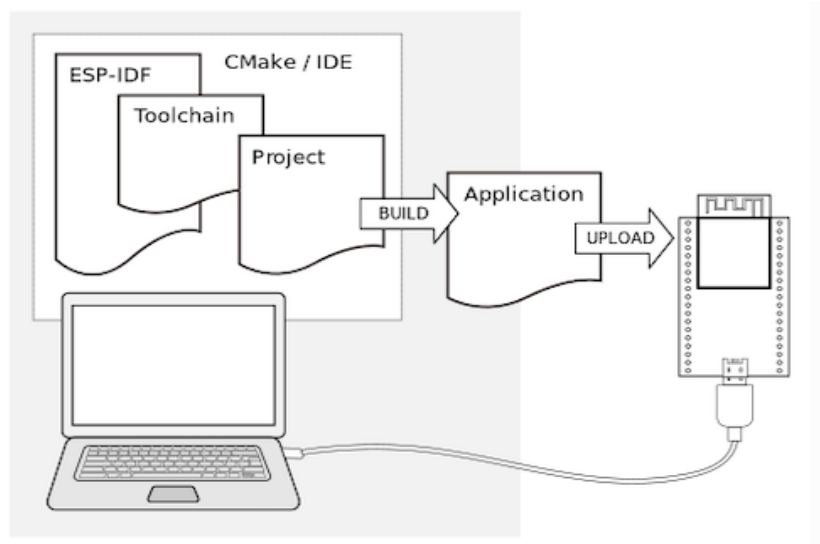


Hình 3. 17: Giao diện phần mềm Visual Studio Code

Các hàm thực hiện đầu tiên sẽ được gọi trong tệp chương trình chính Main.c, sau đó gọi đến các thư viện được khai báo trong cùng thư mục, và các thư viện mặc định qua các liên kết trong tệp CMakeList.txt. Sau khi chạy xong chương trình thì tệp chương trình sẽ được lưu tại folder Build

- ESP-IDF:

ESP-IDF là khung phát triển chính thức do nhà sản xuất cung cấp cho các SoC Dòng ESP32, ESP32-S và ESP32-C.



Hình 3. 18: Quá trình phát triển ứng dụng cho ESP32

```
ESP-IDF 4.3 PowerShell
C:\Users\Beer\.espressif\tools\ccache\3.7\
C:\Users\Beer\.espressif\tools\dfu-util\0.9\dfu-util-0.9-win64
C:\esp\esp-idf\tools
%PATH%
Checking if Python packages are up to date...
Python requirements from C:\esp\esp-idf\requirements.txt are satisfied.

Done! You can now compile ESP-IDF projects.
Go to the project directory and run:
    idf.py build

PS C:\esp\esp-idf> cd..
PS C:\esp> cd .\esp32-ota\
PS C:\esp\esp32-ota> idf.py build
Executing action: all (aliases: build)
Running ninja in directory c:\esp\esp32-ota\build
Executing "ninja all"...
[1/3] Performing build step for 'bootloader'
ninja: no work to do.

Project build complete. To flash, run this command:
C:\Users\Beer\.espressif\python_env\idf4.3_py3.8_env\Scripts\python.exe ..\esp-idf\components\esptool_py\esptool\esptool
.py -p (PORT) -b 460800 --before default_reset --after hard_reset --chip esp32 write_flash --flash_mode dio --flash_siz
e detect --flash_freq 80m 0x1000 build\bootloader\bootloader.bin 0x8000 build\partition_table\partition-table.bin 0xd000
build\ota_data_initial.bin 0x10000 build\esp32_ota.bin
or run 'idf.py -p (PORT) flash'
PS C:\esp\esp32-ota>
```

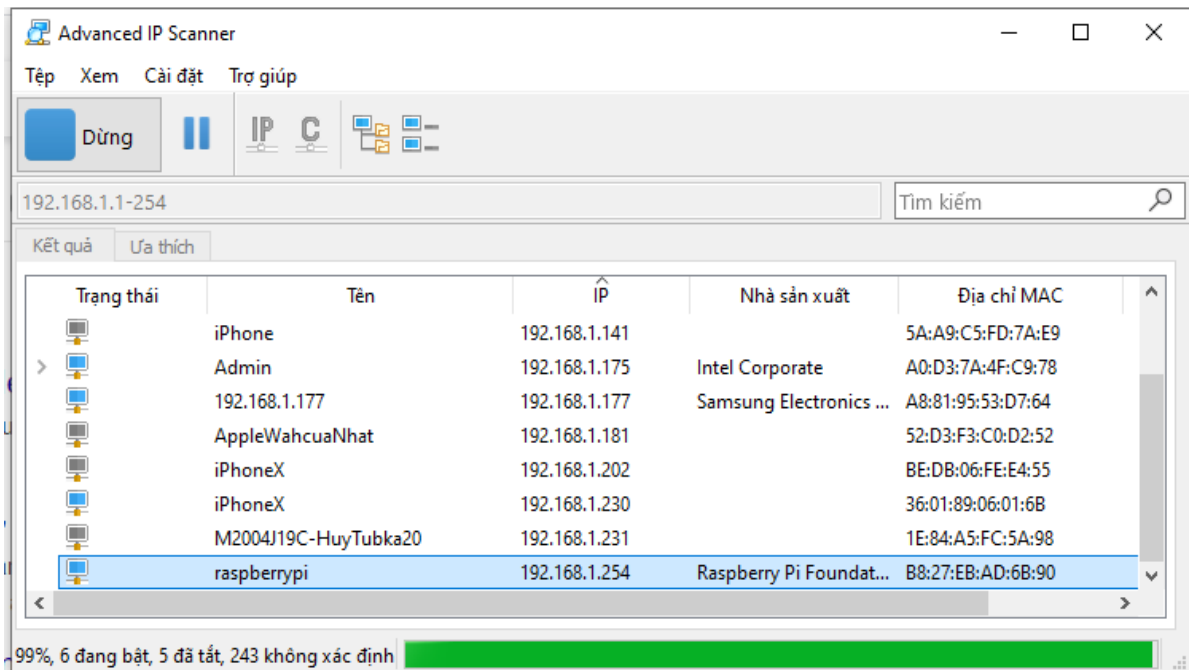
Hình 3. 19: Giao diện của ESP-IDF

Các bước thực hiện:

- Di chuyển đến folder chứa chương trình cần chạy
- Dùng lệnh `idf.py menuconfig` để vào menuconfig của ESP32, tại đây có thể chỉnh các thông số mà nhà sản xuất cho phép
- Sau đó dùng lệnh `idf.py build` để tiến hành build chương trình.
- Sau khi chương trình hoàn tất, ta dùng lệnh `idf.py -p (COM) flash` để tiến hành nạp chương trình cho vi xử lý ESP32. Sau khi chương trình nạp thành công, ta có thể quan sát trên màn hình giao diện của ESP-IDF

3.9.2 Trên gateway

Sau khi kết nối Raspberry Pi với mạng LAN hoặc wifi thì tiến hành quét IP của Raspberry Pi bằng phần mềm Advanced IP Scanner và đăng nhập Raspberry Pi bằng phần mềm PuTTY để tiến hành chạy lệnh gửi dữ liệu từ nút mạng cảm biến (node) lên Gateway và từ Gateway lên Thingsboard hoặc website.



Hình 3. 20: Tiến hành quét IP của Raspberry Pi

Sau đó dùng Putty để đăng nhập và điều khiển từ xa cho Pi. Sau khi đăng nhập, tiến hành chạy chương trình ta được kết quả như trên:

```

pi@raspberrypi: ~/Desktop/pySX127x
pi@raspberrypi:~/Desktop/pySX127x $ python3 nhat_lora.py

Received:
{"ID": "N2", "a": 78, "b": 105}
N2
{'pm25': 78, 'pm10': 105}
Current Time = 23:28:13

Received:
{"ID": "N3", "a": 100, "b": 117}
N3
{'pm25': 100, 'pm10': 117}
Current Time = 23:28:13

Received:
{"ID": "N2", "a": 78, "b": 106}
N2
{'pm25': 78, 'pm10': 106}
Current Time = 23:28:14

```

Hình 3. 21: Dữ liệu hiển thị sau khi chạy chương trình

3.10 Kết luận chương

Trong chương 3 đã nêu ra được rất nhiều vấn đề quan trọng ở phần thiết kế hệ thống cho bộ thiết bị. Bao gồm sơ đồ hệ thống, các linh kiện sử dụng trong đề bài, quá trình thực hiện kết nối phần cứng và phần mềm.

CHƯƠNG IV: SẢN PHẨM VÀ KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

Chương 4 trình bày những kết quả đã đạt được về của bộ thiết bị. Cả về tính năng thu thập lưu trữ số liệu môi trường cũng như tính năng cập nhật cho sản phẩm.

4.1. Sản phẩm thực tế

Dưới đây là hình ảnh thực tế của sản phẩm



Hình 4. 1: Sản phẩm thực tế

Sản phẩm được tích hợp cùng các thiết bị khác cùng loại, trong dự án giám sát, quan trắc chất lượng môi trường trong các khu công nghiệp, được thực hiện tại ARES LAB phòng 414 tòa C9, Đại học Bách Khoa Hà Nội.



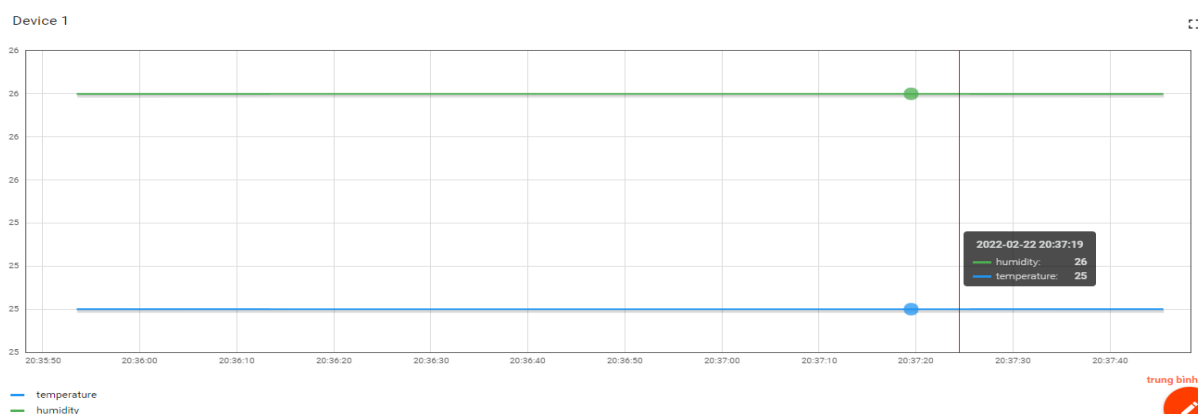
Hình 4. 2. Một số thiết bị trong đề tài

4.2. Thử nghiệm sản phẩm

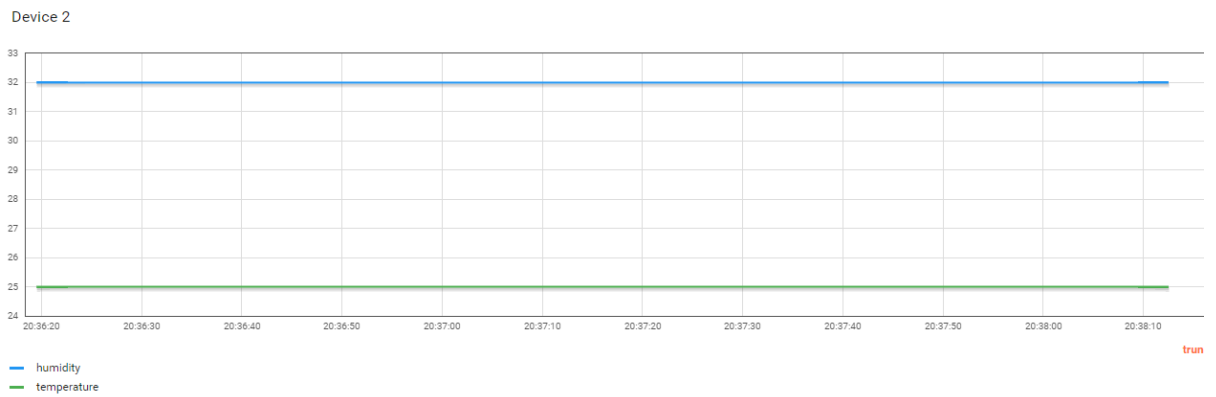
4.2.1 Chức năng thu thập dữ liệu

Do tình hình dịch phức tạp, cũng như các hạn chế về mặt triển khai thử nghiệm như về nguồn, kết nối, hay vận chuyển bộ sản phẩm. Nên chưa được có điều kiện đo kiểm ngoài trời. Bộ sản phẩm mới chỉ được thử nghiệm tại tòa C9 đại học Bách Khoa Hà Nội. Các thiết bị được đặt xung quanh gateway, kết nối với và gửi dữ liệu lên gateway. Sau đó được xử lý và đẩy lên máy chủ Thingsboard.

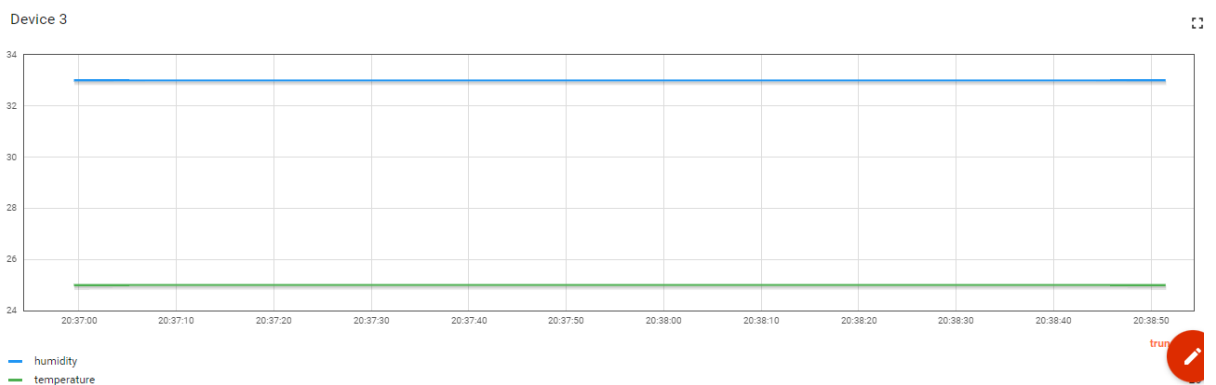
Các kết quả được ghi lại vào ngày 28/2/2022:



Hình 4. 3: Kết quả đo được của thiết bị 1



Hình 4. 4: Kết quả đo được của thiết bị 2



Hình 4. 5: Kết quả đo được của thiết bị 3

4.2.2 Chức năng cập nhật thiết bị từ xa

Sau đây là kết quả thực nghiệm với chức năng cập nhật từ xa cho các node thu thập dữ liệu. Cụ thể với 3 trường hợp: là cập nhật bình thường, bản cập nhật không tương thích, và thiết bị đang cập nhật gặp sự cố (ở đây mà mất nguồn điện)

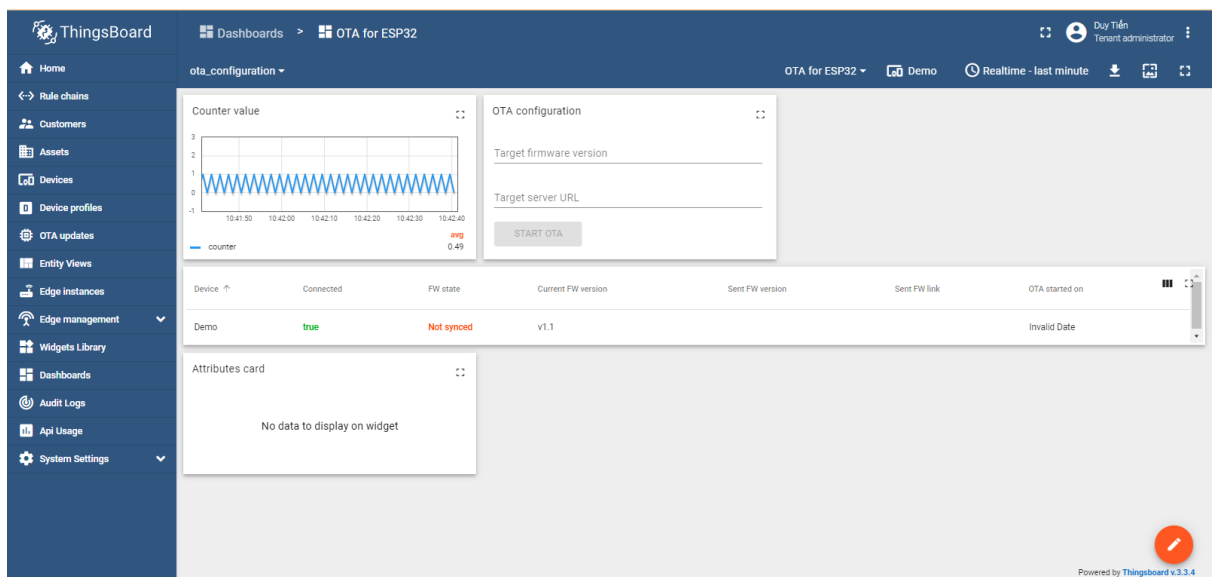
- Thiết bị cập nhật bình thường:
Thiết bị đợi bản cập nhật mới:


```
ESP-IDF 4.3 PowerShell
I (694) phy_init: phy_version 4670,719f9f6, Feb 18 2021, 17:07:07
W (694) phy_init: failed to load RF calibration data (0x102), falling back to full calibration
I (854) wifi:mode : sta (08:3a:f2:7b:79:a4)
I (854) wifi:enable tsf
I (1824) wifi:new:<9,0>, old:<1,0>, ap:<255,255>, sta:<9,0>, prof:1
I (2864) wifi:state: init -> auth (b0)
I (2874) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (2884) wifi:state: assoc -> run (10)
I (2894) wifi:connected with VIETTEL, aid = 123, channel 9, BW20, bssid = 18:56:44:83:49:b8
I (2894) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -43
I (2914) wifi:pm start, type: 1

I (2994) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 1
I (6054) esp_netif_handlers: sta ip: 192.168.1.91, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.1.1
I (6054) tb_ota: Connected to WI-FI, IP address: 192.168.1.91
W (6054) tb_ota: Factory partition is running. MQTT URL from config is saving to the flash memory
W (6064) tb_ota: Factory partition is running. MQTT port from config is saving to the flash memory
W (6074) tb_ota: Factory partition is running. MQTT access token from config is saving to the flash memory
I (8094) tb_ota: Connected to MQTT broker mqtt://demo.thingsboard.io, on port 1883
I (8094) tb_ota: Waiting for shared attributes response
W (8634) wifi:<ba-add>idx:0 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:1, ssn:4, winSize:64
I (9094) tb_ota: Shared attributes were fetched from ThingsBoard
W (10094) tb_ota: Firmware URL is not specified
I (10094) tb_ota: Subscribed to shared attributes updates
W (11104) wifi:<ba-add>idx:1 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:0, ssn:5, winSize:64
```

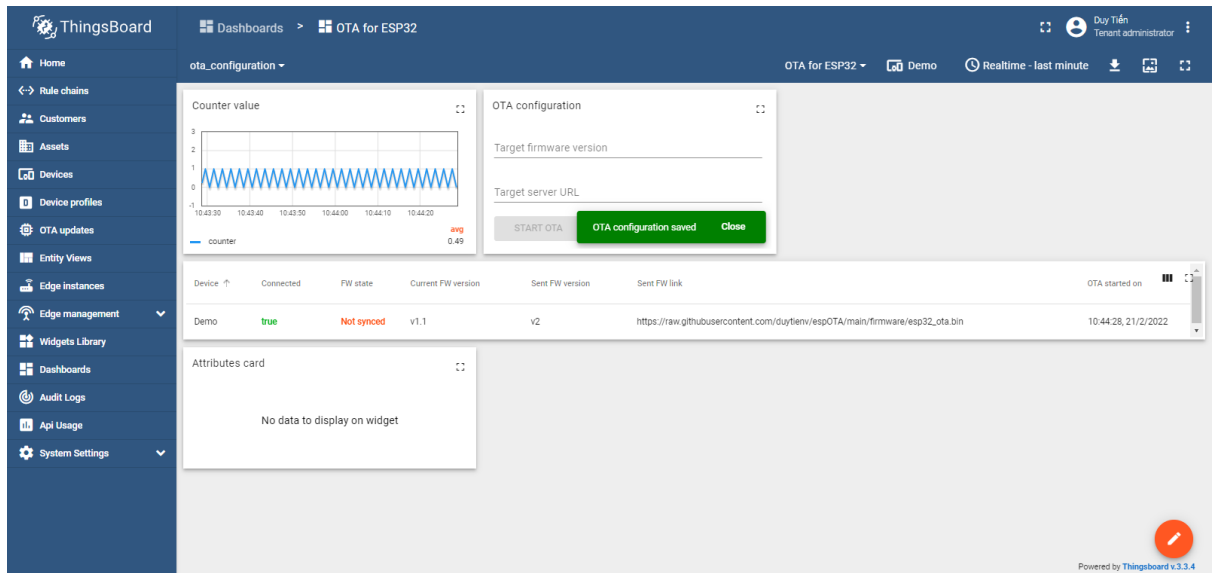
Hình 4. 6: Monitor khi thiết bị ở trạng thái bình thường

Khi thiết bị hoạt động ở trạng thái bình thường, tín hiệu kết nối sẽ liên tục được cập nhật đến Thingsboard và đợi phiên bản mới được gửi về.



Hình 4. 7: Giao diện Thingsboard khi thiết bị hoạt động bình thường

Tiến hành upload Firmware lên Thingsboard và gửi bản cập nhật đến thiết bị:



Hình 4. 8: Upload Firmware lên Thingsboard và phân phối đến thiết bị

Phía thiết bị sau khi nhận được phiên bản mới được tải lên và phân phối chỉ định đến nó:

```
ESP-IDF 4.3 PowerShell
I (854) wifi:enable tsf
I (1824) wifi:new:<9,0>, old:<1,0>, ap:<255,255>, sta:<9,0>, prof:1
I (2864) wifi:state: init -> auth (b0)
I (2874) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (2884) wifi:state: assoc -> run (10)
I (2894) wifi:connected with VIETTEL, aid = 123, channel 9, BW20, bssid = 18:56:44:83:49:b8
I (2894) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -43
I (2914) wifi:pm start, type: 1

I (2994) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 1
I (6054) esp_netif_handlers: sta ip: 192.168.1.91, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.1.1
I (6054) tb_ota: Connected to WI-FI, IP address: 192.168.1.91
W (6054) tb_ota: Factory partition is running. MQTT URL from config is saving to the flash memory
W (6064) tb_ota: Factory partition is running. MQTT port from config is saving to the flash memory
W (6074) tb_ota: Factory partition is running. MQTT access token from config is saving to the flash memory
I (8094) tb_ota: Connected to MQTT broker mqtt://demo.thingsboard.io, on port 1883
I (8094) tb_ota: Waiting for shared attributes response
W (8634) wifi:<ba-add>idx:0 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:1, ssn:4, winSize:64
I (9094) tb_ota: Shared attributes were fetched from ThingsBoard
W (10094) tb_ota: Firmware URL is not specified
I (10094) tb_ota: Subscribed to shared attributes updates
W (11104) wifi:<ba-add>idx:1 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:0, ssn:5, winSize:64
I (726704) tb_ota: Received firmware URL: https://raw.githubusercontent.com/duytienv/espOTA/main/firmware/esp32_ota.bin
I (726704) tb_ota: Received firmware version: v2
W (727094) tb_ota: Starting OTA, firmware versions are different - current: v1.1, target: v2
I (727094) tb_ota: Target firmware version: v2
I (727094) tb_ota: Firmware URL: https://raw.githubusercontent.com/duytienv/espOTA/main/firmware/esp32_ota.bin
I (728114) esp_https_ota: Starting OTA...
I (728114) esp_https_ota: Writing to partition subtype 16 at offset 0x110000
```

Hình 4. 9: Monitor khi thiết bị được cập nhật thành công

Do đề tài đồ án là một bài toán nhỏ, trong tổng thể bài toán giám sát, quan chắc chất lượng môi trường trong khi công nghiệp. Nên thiết bị ở đây em sử dụng là thiết bị đo nhiệt độ độ ẩm của môi trường. Sau khi tín hiệu được thu sẽ được gửi và hiển thị trên Thingsboard như dưới đây:

OTADEMO

Chi tiết thiết bị

?

×

✎

<

CHI TIẾT

THUỘC TÍNH

PHÉP ĐO TỪ XA MỚI NHẤT

CẢNH BÁO

SỰ KIỆN

QUAN HỆ

>

Phép đo từ xa mới nhất

🔍

<input type="checkbox"/>	Lần cập nhật cuối cùng	Khóa ↑	Giá trị
<input type="checkbox"/>	2022-02-28 16:35:05	counter	0
<input type="checkbox"/>	2022-02-28 16:35:05	hum	81
<input type="checkbox"/>	2022-02-28 16:35:05	teamp	20

Page:

1 ▾

Rows per page:

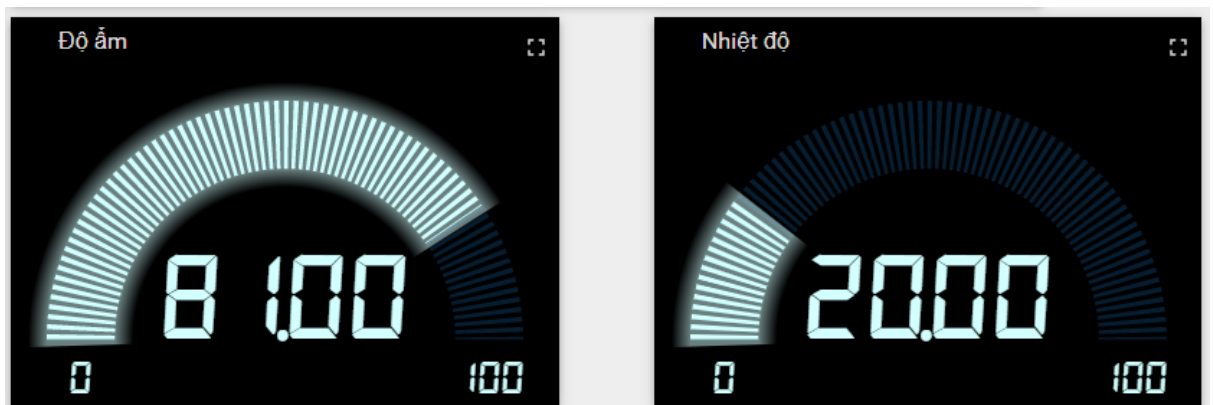
5 ▾

1 - 3 of 3

<

>

Hình 4. 10: Dữ liệu đo được gửi về Thingsboard theo thời gian thực



Hình 4. 11: Hiển thị dữ liệu thu được

- Khi bản cập nhật mới không tương thích:
Thiết bị đang ở trạng thái đợi bản cập nhật mới:

```
ESP-IDF 4.3 PowerShell
I (694) phy_init: phy_version 4670,719f9f6, Feb 18 2021, 17:07:07
W (694) phy_init: failed to load RF calibration data (0x1102), falling back to full calibration
I (854) wifi:mode : sta (08:3a:f2:7b:79:a4)
I (854) wifi:enable tsf
I (1824) wifi:new:<9,0>, old:<1,0>, ap:<255,255>, sta:<9,0>, prof:1
I (2864) wifi:state: init -> auth (b0)
I (2874) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (2884) wifi:state: assoc -> run (10)
I (2894) wifi:connected with VIETTEL, aid = 123, channel 9, BW20, bssid = 18:56:44:83:49:b8
I (2894) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -43
I (2914) wifi:pm start, type: 1

I (2994) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 1
I (6054) esp_netif_handlers: sta ip: 192.168.1.91, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.1.1
I (6054) tb_ota: Connected to WI-FI, IP address: 192.168.1.91
W (6064) tb_ota: Factory partition is running. MQTT URL from config is saving to the flash memory
W (6064) tb_ota: Factory partition is running. MQTT port from config is saving to the flash memory
W (6074) tb_ota: Factory partition is running. MQTT access token from config is saving to the flash memory
I (8094) tb_ota: Connected to MQTT broker mqtt://demo.thingsboard.io, on port 1883
I (8094) tb_ota: Waiting for shared attributes response
W (8634) wifi:<ba-add>idx:0 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:1, ssn:4, winSize:64
I (9094) tb_ota: Shared attributes were fetched from ThingsBoard
W (10094) tb_ota: Firmware URL is not specified
I (10094) tb_ota: Subscribed to shared attributes updates
W (11104) wifi:<ba-add>idx:1 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:0, ssn:5, winSize:64
```

Hình 4. 12: Monitor khi thiết bị ở trạng thái bình thường

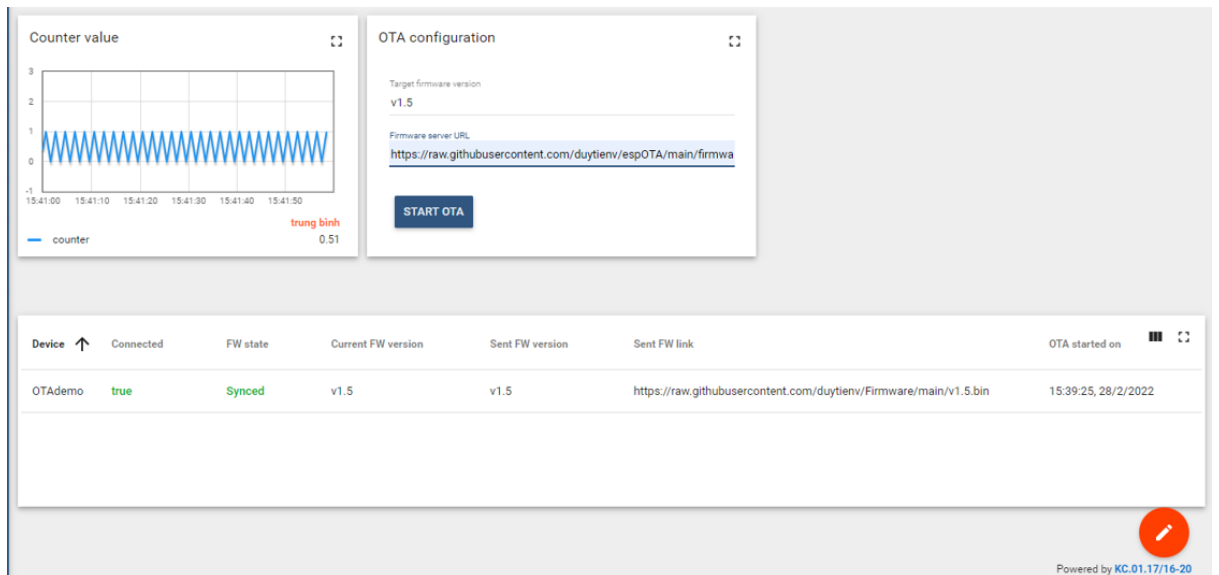
Khi nhận được bản cập nhật mới nhưng gặp lỗi không tương thích:

```
ESP-IDF 4.2 PowerShell
I (7110) tb_ota: Shared attributes were fetched from ThingsBoard
W (8110) tb_ota: Starting OTA, firmware versions are different - current: v1.3, target: v1.5
I (8110) tb_ota: Target firmware version: v1.5
I (8110) tb_ota: Firmware URL: https://raw.githubusercontent.com/duytienv/Firmware/main/v1.5.bin
I (9120) esp_https_ota: Starting OTA...
I (9120) esp_https_ota: Writing to partition subtype 16 at offset 0x110000
I (30550) esp_https_ota: Connection closed
I (30550) esp_image: segment 0: paddr=00110020 vaddr=3f400020 size=1e224h (123428) map
I (30580) esp_image: segment 1: paddr=0012e24c vaddr=3ffb0000 size=01dcch ( 7628)
I (30580) esp_image: segment 2: paddr=00130020 vaddr=400d0020 size=96a54h (617044) map
I (30740) esp_image: segment 3: paddr=001c6a7c vaddr=3ffb1dcc size=0239ch ( 9116)
I (30750) esp_image: segment 4: paddr=001c8e20 vaddr=40080000 size=14c50h ( 85072)
I (30770) esp_image: segment 5: paddr=001dda78 vaddr=50000000 size=00010h ( 16)
I (30770) esp_image: segment 0: paddr=00110020 vaddr=3f400020 size=1e224h (123428) map
I (30810) esp_image: segment 1: paddr=0012e24c vaddr=3ffb0000 size=01dcch ( 7628)
I (30810) esp_image: segment 2: paddr=00130020 vaddr=400d0020 size=96a54h (617044) map
I (30970) esp_image: segment 3: paddr=001c6a7c vaddr=3ffb1dcc size=0239ch ( 9116)
I (30970) esp_image: segment 4: paddr=001c8e20 vaddr=40080000 size=14c50h ( 85072)
I (31000) esp_image: segment 5: paddr=001dda78 vaddr=50000000 size=00010h ( 16)
I (31040) wifi:state: run -> init (0)
I (31040) wifi:pm stop, total sleep time: 6882294 us / 30159314 us

W (31040) wifi:<ba-del>idx
I (31040) wifi:new:<4,0>, old:<4,0>, ap:<255,255>, sta:<4,0>, prof:1
W (31040) wifi:hmac tx: ifx0 stop, discard
W (31050) wifi:hmac tx: ifx0 stop, discard
E (31050) TRANS_TCP: tcp_poll_read select error 113, errno = Software caused connection abort, fd = 54
E (31060) MQTT_CLIENT: Poll read error: 119, aborting connection
I (31150) wifi:flush txq
I (31150) wifi:stop sw txq
```

Hình 4. 13: Monitor khi bản cập nhật gặp lỗi tương thích

Khi thiết bị cập nhật và bản cập nhật không tương thích gây ra lỗi, khiến thiết bị reset lại liên tục. Tuy nhiên thiết bị sau khi reset vẫn quét đến sever để tìm kiếm bản cập nhật mới và lại reset lại. Để khắc phục, ta có thể sửa lại bản cập nhật và tiến hành update lại cho thiết bị.



Hình 4. 14: Update phiên bản đề lên phiên bản gấp lỗi

Thiết bị sau khi khởi động lại sẽ tiến hành tải và cập nhật phiên bản được ghi đề lên phiên bản lỗi trước đó. Và thông báo thành công ở cả phía Monitor thiết bị lẫn trên Thingsboard

```
ESP-IDF 4.2 PowerShell
I (690) tb_ota: Wi-Fi credentials from flash memory: VIETTEL, 0246813579
I (690) tb_ota: MAC address: 08:3A:F2:7B:79:A4
I (700) phy_init: phy_version 4670,719f9f6, Feb 18 2021, 17:07:07
I (810) wifi:mode : sta (08:3a:f2:7b:79:a4)
I (810) wifi:enable tsf
I (810) wifi:new:<4,0>, old:<1,0>, ap:<255,255>, sta:<4,0>, prof:1
I (810) wifi:state: init -> auth (b0)
I (820) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (830) wifi:state: assoc -> run (10)
I (850) wifi:connected with VIETTEL, aid = 135, channel 4, BW20, bssid = 18:56:44:83:49:b8
I (850) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -53
I (860) wifi:pm start, type: 1

I (950) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 1
I (3590) esp_netif_handlers: sta ip: 192.168.1.91, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.1.1
I (3590) tb_ota: Connected to WI-FI, IP address: 192.168.1.91
I (3590) tb_ota: MQTT URL from flash memory: mqtt://14.231.28.59
I (3600) tb_ota: MQTT port from flash memory: 1883
I (3600) tb_ota: MQTT access token from flash memory: otademo
W (3650) wifi:<ba-addr>idx:0 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:0, ssn:5, winSize:64
I (5610) tb_ota: Connected to MQTT broker mqtt://14.231.28.59, on port 1883
I (5610) tb_ota: Waiting for shared attributes response
I (5640) tb_ota: Received firmware URL: https://raw.githubusercontent.com/duytienv/Firmware/main/v1.5.bin
I (5640) tb_ota: Received firmware version: v1.5
I (6610) tb_ota: Shared attributes were fetched from ThingsBoard
W (7610) tb_ota: Skipping OTA, firmware versions are equal - current: v1.5, target: v1.5
I (7610) tb_ota: Subscribed to shared attributes updates
```

Hình 4. 15: Monitor thông báo thiết bị cập nhật thành công

OTADEMO

Chi tiết thiết bị

?

✕

✎

<

CHI TIẾT

THUỘC TÍNH

PHÉP ĐO TỪ XA MỚI NHẤT

CẢNH BÁO

SỰ KIỆN

QUAN HỆ

>

Phép đo từ xa mới nhất

🔍

<input type="checkbox"/>	Lần cập nhật cuối cùng	Khóa ↑	Giá trị
<input type="checkbox"/>	2022-02-28 16:35:05	counter	0
<input type="checkbox"/>	2022-02-28 16:35:05	hum	81
<input type="checkbox"/>	2022-02-28 16:35:05	teamp	20

Page:

1 ▾

Rows per page:

5 ▾

1 - 3 of 3

<

>

Hình 4. 16: Dữ liệu đã được gửi về Thingsboard

- Thiết bị đang cập nhật thì gặp sự cố (mất điện):
Thiết bị đang đợi bản cập nhật mới:

ESP-IDF 4.2 PowerShell

```

I (690) tb_ota: Wi-Fi credentials from flash memory: VIETTEL, 0246813579
I (690) tb_ota: MAC address: 08:3A:F2:7B:79:A4
I (700) phy_init: phy_version 4670,719f9f6, Feb 18 2021,17:07:07
I (810) wifi:mode : sta (08:3a:f2:7b:79:a4)
I (810) wifi:enable tsf
I (810) wifi:new:<4,0>, old:<1,0>, ap:<255,255>, sta:<4,0>, prof:1
I (810) wifi:state: init -> auth (b0)
I (820) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (830) wifi:state: assoc -> run (10)
I (850) wifi:connected with VIETTEL, aid = 135, channel 4, BW20, bssid = 18:56:44:83:49:b8
I (850) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -53
I (860) wifi:pm start, type: 1

I (950) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 1
I (3590) esp_netif_handlers: sta ip: 192.168.1.91, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.1.1
I (3590) tb_ota: Connected to WI-FI, IP address: 192.168.1.91
I (3590) tb_ota: MQTT URL from flash memory: mqtt://14.231.28.59
I (3600) tb_ota: MQTT port from flash memory: 1883
I (3600) tb_ota: MQTT access token from flash memory: otademo
W (3650) wifi:<ba-add>idx:0 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:0, ssn:5, winSize:64
I (5610) tb_ota: Connected to MQTT broker mqtt://14.231.28.59, on port 1883
I (5610) tb_ota: Waiting for shared attributes response
I (5640) tb_ota: Received firmware URL: https://raw.githubusercontent.com/duytienv/Firmware/main/v1.5.bin
I (5640) tb_ota: Received firmware version: v1.5
I (6610) tb_ota: Shared attributes were fetched from ThingsBoard
W (7610) tb_ota: Skipping OTA, firmware versions are equal - current: v1.5, target: v1.5
I (7610) tb_ota: Subscribed to shared attributes updates

```

Hình 4. 17: Monitor thiết bị khi đợi bản cập nhật mới

Khi thiết bị đang được tiến hành cập nhật và bị ngắt nguồn điện đột xuất :


```
ESP-IDF 4.2 PowerShell
I (2880) wifi:new:<4,0>, old:<4,0>, ap:<255,255>, sta:<4,0>, prof:1
I (2880) wifi:state: init -> auth (b0)
I (2880) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (2890) wifi:state: assoc -> run (10)
I (2920) wifi:connected with VIETTEL, aid = 99, channel 4, BW20, bssid = 18:56:44:83:49:b8
I (2920) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -47
I (2920) wifi:pm start, type: 1

I (2950) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 1
W (3810) tb_ota: WAIT_WIFI state, Wi-Fi not connected, wait for the connect
W (4810) tb_ota: WAIT_WIFI state, Wi-Fi not connected, wait for the connect
W (5810) tb_ota: WAIT_WIFI state, Wi-Fi not connected, wait for the connect
I (6090) esp_netif_handlers: sta ip: 192.168.1.91, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.1.1
I (6090) tb_ota: Connected to WI-FI, IP address: 192.168.1.91
I (6810) tb_ota: MQTT URL from flash memory: mqtt://14.231.28.59
I (6810) tb_ota: MQTT port from flash memory: 1883
I (6810) tb_ota: MQTT access token from flash memory: otademo
I (8810) tb_ota: Connected to MQTT broker mqtt://14.231.28.59, on port 1883
I (8810) tb_ota: Waiting for shared attributes response
W (8820) wifi:kba-add>idx:0 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:0, ssn:5, winSize:64
I (8830) tb_ota: Received firmware URL: https://raw.githubusercontent.com/duytienv/Firmware/main/v1.6.bin
I (8840) tb_ota: Received firmware version: v1.6
I (9810) tb_ota: Shared attributes were fetched from ThingsBoard
W (10810) tb_ota: Starting OTA, firmware versions are different - current: v1.5, target: v1.6
I (10810) tb_ota: Target firmware version: v1.6
I (10810) tb_ota: Firmware URL: https://raw.githubusercontent.com/duytienv/Firmware/main/v1.6.bin
I (11890) esp_https_ota: Starting OTA...
I (11890) esp_https_ota: Writing to partition subtype 17 at offset 0x210000
ClearCommError failed (PermissionError(13, 'Access is denied.', None, 5))
Waiting for the device to reconnect...
```

Hình 4. 18: Thiết bị bị ngắt ra khỏi cổng máy tính nên Monitor mất tín hiệu

Sau đó kết nối lại nguồn cho thiết bị, thì thiết bị tiến hành khởi động lại từ đầu. Và quá trình cập nhật được tiếp diễn và thành công

```
ESP-IDF 4.2 PowerShell
I (680) wifi_init: WiFi IRAM OP enabled
I (680) wifi_init: WiFi RX IRAM OP enabled
I (690) tb_ota: Wi-Fi credentials from flash memory: VIETTEL, 0246813579
I (690) tb_ota: MAC address: 08:3A:F2:7B:79:A4
I (700) phy_init: phy_version 4670,719f9f6, Feb 18 2021,17:07:07
I (800) wifi:mode : sta (08:3a:f2:7b:79:a4)
I (800) wifi:enable tsf
I (810) wifi:new:<4,0>, old:<1,0>, ap:<255,255>, sta:<4,0>, prof:1
I (810) wifi:state: init -> auth (b0)
I (820) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (820) wifi:state: assoc -> run (10)
I (840) wifi:connected with VIETTEL, aid = 133, channel 4, BW20, bssid = 18:56:44:83:49:b8
I (840) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -45
I (850) wifi:pm start, type: 1

I (930) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 1
I (4090) esp_netif_handlers: sta ip: 192.168.1.91, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.1.1
I (4090) tb_ota: Connected to WI-FI, IP address: 192.168.1.91
I (4090) tb_ota: MQTT URL from flash memory: mqtt://14.231.28.59
I (4100) tb_ota: MQTT port from flash memory: 1883
I (4100) tb_ota: MQTT access token from flash memory: otademo
I (6110) tb_ota: Connected to MQTT broker mqtt://14.231.28.59, on port 1883
I (6110) tb_ota: Waiting for shared attributes response
W (6130) wifi:kba-add>idx:0 (ifx:0, 18:56:44:83:49:b8), tid:0, ssn:5, winSize:64
I (6140) tb_ota: Received firmware URL: https://raw.githubusercontent.com/duytienv/Firmware/main/v1.6.bin
I (6140) tb_ota: Received firmware version: v1.6
I (7110) tb_ota: Shared attributes were fetched from ThingsBoard
W (8110) tb_ota: Skipping OTA, firmware versions are equal - current: v1.6, target: v1.6
I (8110) tb_ota: Subscribed to shared attributes updates
```

Hình 4. 19: Thiết bị thông báo cập nhật thành công

4.3. Đánh giá sản phẩm

Sau quá trình thử nghiệm, em xin được đưa ra những đánh giá tổng quan về phần cứng, cũng như phần mềm như sau:

4.3.1 Chức năng thu thập dữ liệu

Đã làm được:

- Các chức năng đề ra hoạt động tốt
- Đóng gói được sản phẩm hoàn chỉnh
- Mã hoá dữ liệu để bảo mật

Cần cải thiện:

- Tự động cập nhật thêm các node mới tham gia vào mạng
- Từ người dùng có thể điều khiển ngược lại các thiết bị đầu cuối
- Đưa ra được thông số chất lượng đường truyền
- Tìm các linh kiện phù hợp hơn để giảm giá thành xuống
- Tối ưu năng lượng cho nguồn

4.3.2 Chức năng cập nhật thiết bị

Đã làm được:

- Chức năng cập nhật từ xa hoạt động tốt
- Quá trình cập nhật diễn ra an toàn
- Các bước trong quá trình cập nhật được tối ưu
- Giao diện cập nhật dễ dàng sử dụng

Chưa làm được:

- Khả năng phân phối thiết bị đầu cuối vẫn còn hạn chế
- Cần thêm chức năng gán cho nhiều thiết bị cùng một lúc để đáp ứng hệ thống có độ phức tạp cao
- Chưa ghi nhận được tiến trình cập nhật đang xảy ra đến đâu
- Các phiên bản cập nhật thì chưa được lưu trữ và hiển thị trực quan trên hệ thống

4.4 Kết luận chương

Qua chương này, em đã trình bày được những kết quả đã đạt được trong suốt quá trình làm đồ án tốt nghiệp, bao gồm 03 nút mạng cảm biến và 01 bộ tập trung Gateway. Cũng như tính năng cập nhật từ xa của thiết bị. Đồng thời, em đã tự đánh giá lại thành quả của mình suốt thời gian làm đồ án: những điểm được và những điểm cần phải cải thiện trong sản phẩm của mình và từ đó xác định những định hướng phát triển trong tương lai.

KẾT LUẬN

Qua thời gian thực hiện đề tài vừa rồi được sự giúp đỡ vào tạo điều kiện của thầy cũng như bạn bè, em đã tìm hiểu về công nghệ wifi và các thiết bị Raspberry Pi, Nodemcu ESP32... nhất là về kỹ năng lập trình và thiết kế hệ thống. Các công cụ và thiết bị đều đòi hỏi kiến thức chuyên môn vì thế em phải cố gắng nhiều hơn.

Đề tài “**Thiết kế và cập nhật cho mạng wifi trong nền tảng IoT**” tập trung vào việc xây dựng một mô hình mạng kết nối các thiết bị IoT để thu thập các thông số môi trường đồng thời cung cấp giải pháp cập nhật không dây từ xa cho các thiết bị. Đây là một trong những nhu cầu xuất phát từ thực tế, nhất là trong thời đại hiện nay, khi công nghệ IoT được sử dụng một cách rất phổ biến cả về số lượng lẫn tính năng của thiết bị đặc biệt là trong lĩnh vực giám sát môi trường. Vì vậy đề tài nghiên cứu này sẽ rất hứa hẹn trở thành một giải pháp được sử dụng phổ biến.

Sản phẩm đã đạt được những yêu cầu đề ra. Cho phép thu thập dữ liệu môi trường xung quanh gửi lên sever đồng thời đáp ứng được khả năng update sau khi phát hành cho thiết bị. Tuy nhiên do thời gian ngắn, sản phẩm vẫn đang trong quá trình thử nghiệm nên không tránh khỏi những thiếu sót, hạn chế. Đồ án vẫn còn nhiều điểm cần cải tiến về cả kỹ thuật và nội dung để được đưa vào triển khai. Vì vậy em mong sự góp ý cũng như phê bình của các thầy cô để thiết bị được hoàn thiện hơn.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến TS.Phạm Thành Công và PGS.TS Hà Duyên Trung và các thành viên trong ARES Lab C9-414 đã giúp đỡ em rất nhiều trong quá trình nghiên cứu và thực hiện đồ án này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Gast, 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide, O'Reilly, 2002.
- [2] B. F. B Potter, 802.11 Security, O'Reilly, 2003.
- [3] DevIoT, 22 2 2022. [Online]. Available: <https://deviot.vn/>.
- [4] ESP-IDF, 22 2 2022. [Online]. Available: <https://docs.espressif.com>.
- [5] GitHub, 22 2 2022. [Online]. Available: <https://github.com/thingsboard/esp32-ota>.
- [6] MAYCHU, 22 2 2022. [Online]. Available: <https://www.thegioimaychu.vn>.
- [7] Raspberrypi, 22 2 2022. [Online]. Available: <https://raspberrypi.vn>.
- [8] THINGSBOARD.IO, 22 2 2022. [Online]. Available: <https://thingsboard.io/>.