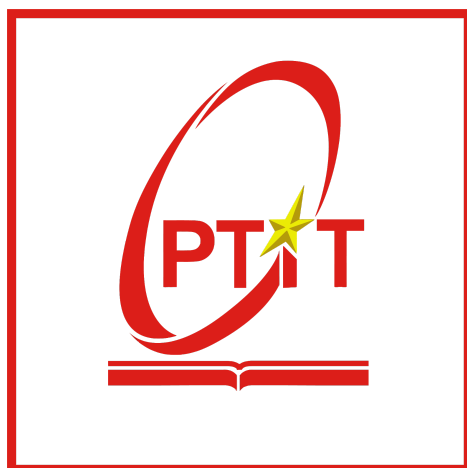


POST AND TELECOMMUNICATIONS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY 1



END-TERM REPORT

SUBJECT : IOT

Class : **E22HTTT**
Member : **Trần Nhật Minh - B22DCVT350**
Khuất Anh Quân - B22DCVT421
Nguyễn Công Minh - B22DCVT343
Topic : **Trạm theo dõi thời tiết**
Prof. : **Kim Ngọc Bách**

Hanoi, 2025

I. Giới thiệu đề tài

Hiện nay, hầu hết mọi người đều theo dõi thời tiết thông qua các ứng dụng trên điện thoại thông minh (như Weather trên iOS/Android). Tuy nhiên, các dữ liệu này thường được lấy từ các trạm quan trắc khí tượng lớn đặt cách xa khu dân cư hoặc là dữ liệu dự báo trung bình cho cả một thành phố rộng lớn.

Thực tế cho thấy, các yếu tố môi trường có tính chất "vi khí hậu" (microclimate) – nghĩa là thời tiết tại khu vực nhà ở, trường học của chúng ta có thể khác biệt hoàn toàn so với trung tâm thành phố (ví dụ: mưa cục bộ, chênh lệch nhiệt độ do mật độ bê tông...). Việc thiếu thông tin chính xác tại chỗ dẫn đến sự bị động trong các hoạt động thường ngày như phơi phóng quần áo, bảo vệ cây trồng hay đơn giản là chuẩn bị trang phục khi ra ngoài.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế đó, nhóm quyết định thực hiện đề tài **“Trạm thời tiết mini thông minh”** nhằm cung cấp giải pháp giám sát các chỉ số môi trường (nhiệt, ẩm, áp suất, mưa) một cách chính xác nhất ngay tại vị trí người dùng đang sinh sống.

Nhóm 10 hướng tới xây dựng hệ thống **“Trạm thời tiết mini thông minh”** với khả năng:

- **Thu thập:** Dữ liệu môi trường thời gian thực (Real-time).
- **Kết nối:** Truyền dữ liệu không dây qua WiFi lên Cloud.
- **Giám sát:** Hiển thị trực quan qua Web Dashboard và màn hình OLED tại trạm.
- **Thông minh:** Tích hợp cảnh báo tự động và trợ lý ảo AI hỗ trợ tra cứu.

Mô hình này có thể được áp dụng ở quy mô nhỏ như trong **trường học, khu dân cư, nông trại** hoặc **dự án nghiên cứu khí hậu địa phương**, giúp người dùng nắm bắt thông tin thời tiết tức thời.

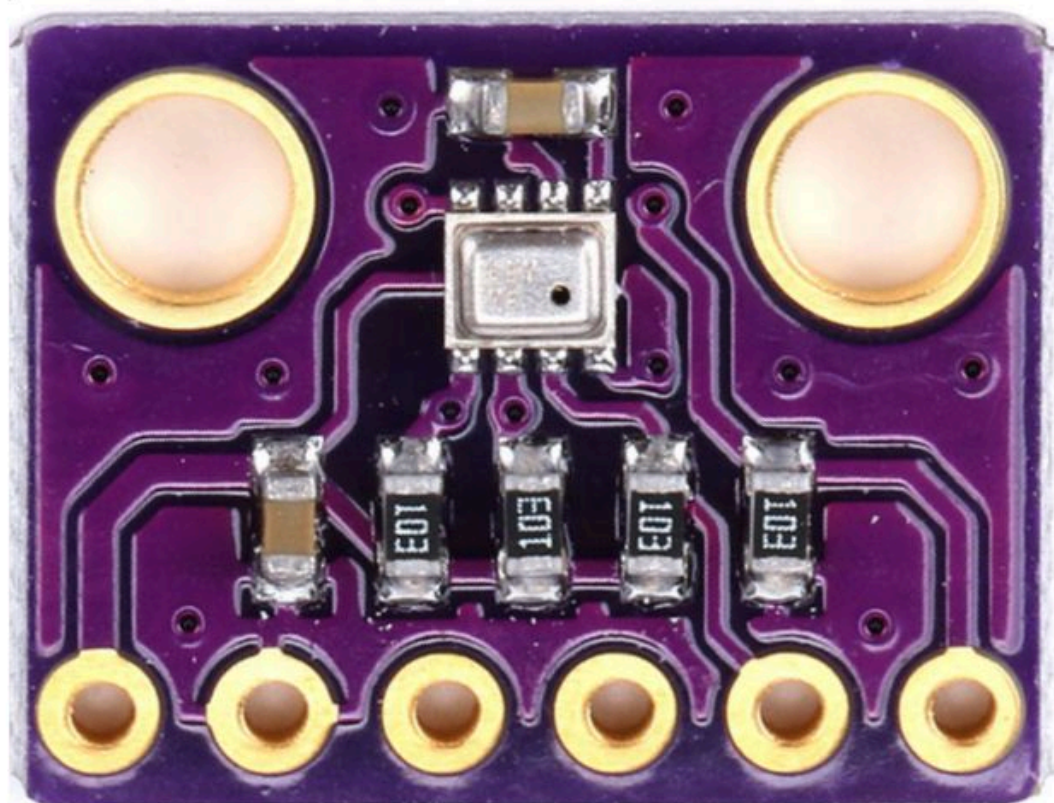
II. Các công nghệ và lý thuyết áp dụng

1. Phần cứng

- **ESP32/ESP8266 NodeMCU:** Vi điều khiển có tích hợp WiFi, giúp kết nối Internet.



- **Cảm biến DHT22:** Đo nhiệt độ và độ ẩm.
- **Cảm biến BMP280:** Đo áp suất khí quyển và tính toán độ cao tương đối.



- **Cảm biến mưa (Rain Sensor):** Phát hiện và đo cường độ mưa.



- **OLED 0.96 inch:** Hiển thị nhanh thông số tại trạm.



2. Phần mềm

- **Arduino IDE:** Lập trình và nạp code cho ESP32.
- **MongoDB:** Lưu trữ dữ liệu.
- **HTTP:** Gửi dữ liệu cảm biến từ ESP32 lên máy chủ.
- **Dashboard hiển thị (web):** Hiển thị biểu đồ thời gian thực.

3. Lý thuyết nền tảng

- **IoT (Internet of Things):** Mô hình kết nối các thiết bị vật lý qua Internet để thu thập và trao đổi dữ liệu.
- **Cảm biến (Sensors):** Thiết bị chuyển đổi tín hiệu vật lý thành tín hiệu điện tử.
- **Truyền dữ liệu thời gian thực (Real-time Data Transmission):** Dữ liệu được gửi liên tục từ cảm biến lên cloud qua WiFi.
- **Lưu trữ và hiển thị dữ liệu:** Sử dụng cơ sở dữ liệu và dashboard để phân tích xu hướng thời tiết.

III. Các tính năng dự kiến triển khai

| STT | Tính năng | Mô tả |
|-----|--|--|
| 1 | Đo và hiển thị nhiệt độ, độ ẩm, áp suất | Cảm biến đọc dữ liệu và hiển thị lên màn hình OLED |
| 2 | Gửi dữ liệu thời tiết lên Cloud | Gửi dữ liệu định kỳ |
| 3 | Xem dữ liệu qua ứng dụng/web | Người dùng có thể theo dõi biểu đồ nhiệt độ – độ ẩm – áp suất – tốc độ gió |
| 4 | Cảnh báo khi vượt ngưỡng | Khi nhiệt độ hoặc độ ẩm vượt ngưỡng, hệ thống gửi thông báo qua app |
| 5 | Lưu lịch sử dữ liệu | Dữ liệu được lưu trên server để theo dõi theo ngày/tháng |

IV. Phân chia công việc trong nhóm

| Thành viên | Vai trò | Nhiệm vụ cụ thể |
|------------------------------------|--------------------------|--|
| Trần Nhật Minh - B22DCVT350 | Quản lý dự án, lập trình | <ul style="list-style-type: none"> - Thiết kế sơ đồ mạch điện, kết nối cảm biến - Viết code thu thập và gửi dữ liệu lên cloud - Tạo dashboard hiển thị dữ liệu trên web - Tổng hợp và viết báo cáo |

**Khuất Anh Quân -
B22DCVT421**

Hỗ trợ phần cứng,
trình bày, lập trình

- Chuẩn bị linh kiện, lắp ráp mạch thử nghiệm
- Kiểm tra dữ liệu cảm biến và độ chính xác
- Thiết kế giao diện
- Thực hiện thuyết trình nhóm

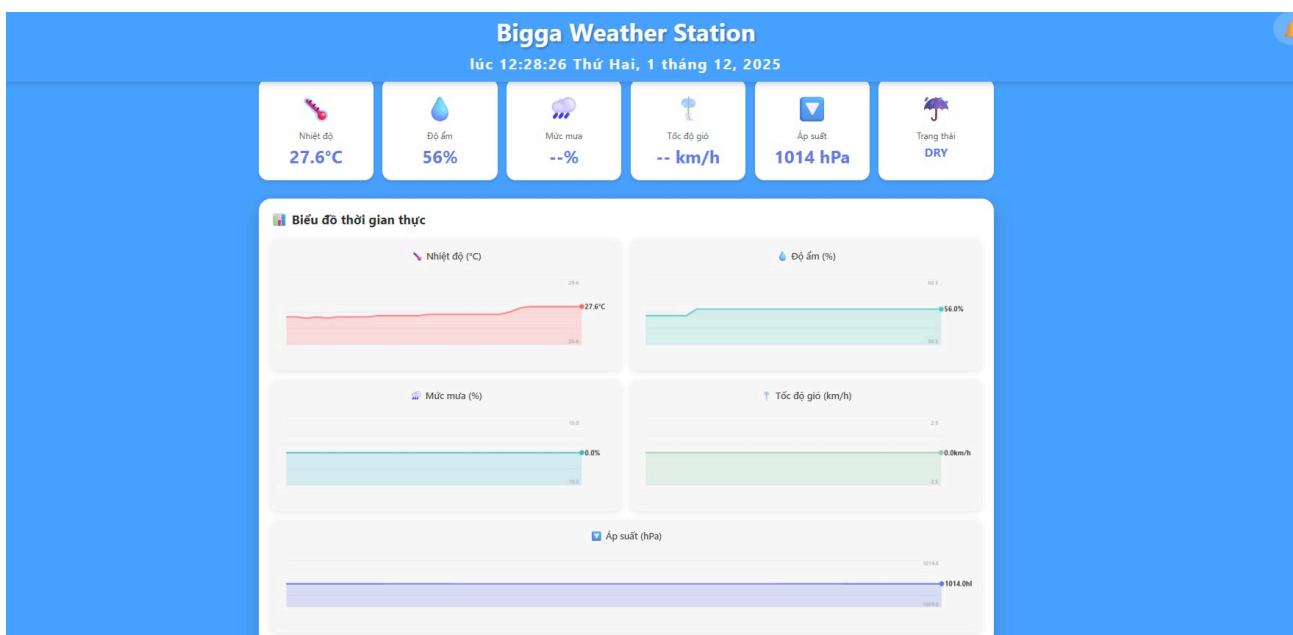
**Nguyễn Công Minh -
B22DCVT343**

Làm slide, nghiên
cứu đổi cơ sở dữ
liệu

- Thực hiện làm slide cho nhóm

V. Giao diện

1. Biểu đồ và thông tin thời tiết theo thời gian thực tại điểm trạm



2. Chatbot về thời tiết theo dựnng trên model Gemini 2.5 flash

Chat với AI Assistant

Xóa

AI Assistant

Xin chào! Tôi là trợ lý AI của trạm thời tiết. Bạn có thể hỏi tôi về nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, hay bất kỳ thông tin thời tiết nào!

Hỏi về thời tiết... (VD: Nhiệt độ bây giờ thế nào?)

Gửi ➤

Sẵn sàng

3. Cài đặt email thông báo khi thông tin thời tiết đạt đến ngưỡng cảnh báo nhất định

Cài đặt

☒ Tự động đọc câu trả lời

Giọng đọc:

Microsoft An - Vietnamese (Vietnam) (vi-VN) ▼

Thông báo Email

☐ Bật thông báo qua email

Email gửi (Gmail):

yourname@gmail.com

App Password:

Tạo tại: myaccount.google.com/apppasswords

Email nhận thông báo:

recipient@example.com

Ngưỡng cảnh báo:

Nóng (°C):

30

Lạnh (°C):

20

Mưa (%):

50

Gió (km/h):

30

Lưu

Gửi thử

4. Cập nhật firmware mới vào ESP32

Cập nhật Firmware

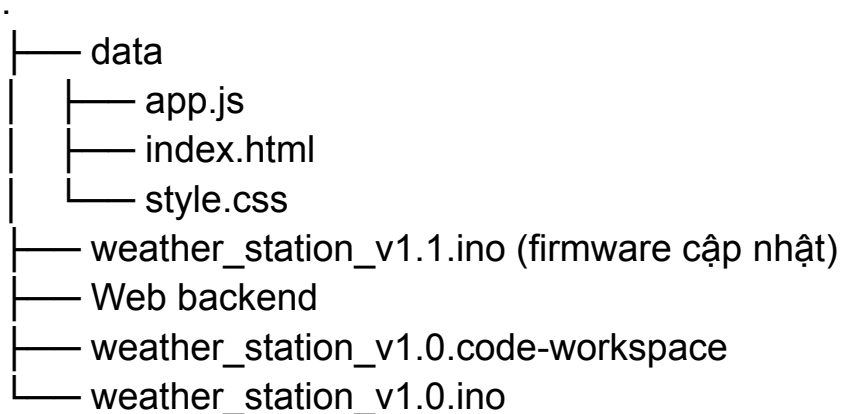
Phiên bản hiện tại: **v1.0**

Choose File

No file chosen

Upload Firmware

5. Cây thư mục giao diện



VII. Phân tích thiết kế hệ thống

a. Sơ đồ khối hệ thống

- **Khối xử lý trung tâm:** ESP32.
- **Khối cảm biến:** Gồm 3 module đầu vào (Nhiệt/Ẩm, Áp suất, Mưa).
- **Khối hiển thị:** Màn hình OLED (tại chỗ) và Web Interface (từ xa).
- **Khối nguồn:** Cấp nguồn 5V qua cổng MicroUSB hoặc Vin.

b. Sơ đồ đấu nối và Giải thích kết nối (Wiring Diagram Explanation)

Để ESP32 có thể giao tiếp với các cảm biến, nhóm sử dụng các giao thức truyền thông phổ biến sau:

1. Cảm biến BMP280 và Màn hình OLED (Giao tiếp I2C)

- **Nguyên lý:** Cả BMP280 và OLED đều sử dụng giao thức I2C (Inter-Integrated Circuit) giúp tiết kiệm chân vi điều khiển, chỉ cần 2 dây tín hiệu.
- **Cách nối:**
 - Chân **SCL** (Clock) của cả BMP280 và OLED \Rightarrow nối chung vào chân **D22 (GPIO 22)** của ESP32.
 - Chân **SDA** (Data) của cả BMP280 và OLED \Rightarrow nối chung vào chân **D21 (GPIO 21)** của ESP32.
 - VCC \Rightarrow 3.3V; GND \Rightarrow GND.

2. Cảm biến DHT22 (Giao tiếp Digital - One Wire)

- **Nguyên lý:** Sử dụng 1 dây tín hiệu số để gửi dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm.
- **Cách nối:**
 - Chân Signal (OUT) \Rightarrow nối vào một chân Digital bất kỳ (Ví dụ: **D4/GPIO 4**).

- Cần một điện trở kéo lên (pull-up resistor) 4.7k-10k giữa chân Signal và VCC (thường module tích hợp sẵn).

3. Cảm biến Mưa (Giao tiếp Analog)

- **Nguyên lý:** Cảm biến trả về giá trị điện áp thay đổi tùy theo lượng nước trên bề mặt mạch in.
- **Cách nối:**
 - Chân A0 (Analog Output) ⇒ nối vào chân **VP/GPIO 36** hoặc **VN/GPIO 39** (Các chân hỗ trợ ADC của ESP32).
 - ESP32 sẽ đọc giá trị từ 0 - 4095. Giá trị càng thấp nghĩa là mưa càng to (do nước dẫn điện làm giảm trở kháng).

VII. Xây dựng phần mềm và giải thuật

a. Thiết kế Cơ sở dữ liệu (MongoDB)

| Trường (Field) | Kiểu dữ liệu | Mô tả |
|----------------|--------------|--------------------------------|
| _id | ObjectId | Khóa chính tự động sinh |
| deviceId | ObjectId | Định danh thiết bị gửi dữ liệu |
| userId | ObjectId | Định danh người dùng sở hữu |
| temperature | Double | Nhiệt độ (°C) |
| humidity | Double | Độ ẩm (%) |
| pressure | Double | Áp suất khí quyển (hPa) |

| | | |
|------------|--------|--|
| rain_level | Int32 | Giá trị đọc từ Analog (nghịch đảo với lượng mưa) |
| wind_speed | Double | Tốc độ gió (mô phỏng hoặc từ cảm biến mở rộng) |
| timestamp | Date | Thời gian ghi nhận dữ liệu |

b. Lưu đồ thuật toán (Firmware ESP32)

1. **Khởi động:** Kết nối WiFi, khởi tạo cảm biến (DHT, BMP, OLED).

2. **Vòng lặp (Loop):**

- Đọc dữ liệu từ các cảm biến.
- Hiển thị thông số lên màn hình OLED 0.96 inch.
- Đóng gói dữ liệu thành chuỗi JSON.
- Gửi HTTP POST request tới Server/Database.
- Kiểm tra nếu có yêu cầu cập nhật Firmware.
- Nghỉ (Deep Sleep hoặc Delay) 5-10 phút để tiết kiệm năng lượng.

VIII. Kết quả thực nghiệm

1. Giao diện Web Dashboard

Giao diện người dùng được thiết kế hiện đại, thân thiện:

- **Dashboard chính:** Hiển thị 5 thẻ thông số (Cards) lớn gồm: Nhiệt độ, Độ ẩm, Mức mưa, Tốc độ gió, Áp suất.
- **Biểu đồ lịch sử:** Sử dụng thư viện đồ họa để vẽ biểu đồ đường (Line Chart) theo thời gian thực, giúp người dùng nhìn thấy xu hướng biến đổi khí hậu trong ngày.

2. Tính năng Chatbot AI

- **Công nghệ:** Nhóm đã tích hợp thành công mô hình ngôn ngữ lớn *Gemini 2.5 Flash* vào hệ thống.
- **Cơ chế hoạt động:**

1. Người dùng đặt câu hỏi bằng giọng nói hoặc văn bản (VD: "Thời tiết hôm nay có thích hợp phơi quần áo không?").
2. Hệ thống lấy dữ liệu cảm biến mới nhất từ Database.
3. Tạo Prompt chứa dữ liệu môi trường + câu hỏi người dùng \Rightarrow Gửi đến Gemini API.
4. Gemini trả về câu trả lời tư vấn dựa trên số liệu thực tế \Rightarrow Hiện thị lên khung Chat.

5.3. Cảnh báo và Tính năng cập nhật

- **Cảnh báo Email:** Cho phép người dùng cấu hình ngưỡng (Threshold). Ví dụ: Nếu Nhiệt độ $> 30^{\circ}\text{C}$ hoặc Độ ẩm $> 80\%$ \Rightarrow Gửi email cảnh báo qua giao thức SMTP (sử dụng App Password của Gmail).
- **OTA (Over-The-Air):** Tính năng cập nhật phần mềm cho ESP32 ngay trên giao diện Web mà không cần cắm dây cáp vào máy tính. File biên dịch .bin được upload qua trình duyệt.

IX. Kết luận cuối kỳ

1. Kết quả đạt được

Sau quá trình nghiên cứu, thiết kế và thi công, nhóm 10 đã hoàn thành đề tài “**Trạm thời tiết mini thông minh**” và đạt được những kết quả cụ thể như sau:

- **Về mặt hệ thống:** Xây dựng thành công mô hình trạm quan trắc thời tiết hoàn chỉnh, hoạt động ổn định trên nền tảng vi điều khiển ESP32. Hệ thống có khả năng thu thập dữ liệu thời gian thực từ các cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, áp suất và mức độ mưa với độ trễ thấp.
- **Về mặt kết nối và lưu trữ:** Thiết lập thành công giao thức truyền thông HTTP để gửi dữ liệu từ thiết bị phần cứng lên cơ sở dữ liệu MongoDB. Dữ liệu được tổ chức khoa học, lưu trữ lịch sử lâu dài phục vụ cho việc tra cứu và phân tích.
- **Về mặt ứng dụng:**
 - Phát triển giao diện Web Dashboard trực quan, thân thiện, hiển thị đầy đủ các thông số dưới dạng thẻ (cards) và biểu đồ (charts) biến thiên theo thời gian.
 - Tích hợp thành công tính năng cảnh báo tự động qua Email khi các chỉ số môi trường vượt ngưỡng an toàn cài đặt trước.

- Đặc biệt, nhóm đã ứng dụng thành công trí tuệ nhân tạo (AI) thông qua việc tích hợp mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) Gemini 2.5 Flash, tạo ra một trợ lý ảo thông minh có khả năng tư vấn thời tiết dựa trên số liệu thực tế tại trạm.

2. Những hạn chế tồn tại

Bên cạnh những kết quả đạt được, hệ thống vẫn còn tồn tại một số hạn chế cần khắc phục trong các phiên bản tiếp theo:

- **Độ bền phần cứng:** Cảm biến mưa (Rain Sensor) sử dụng cơ chế điện trở bề mặt, sau một thời gian hoạt động ngoài trời dễ bị oxi hóa, dẫn đến sai số hoặc giảm độ nhạy.
- **Nguồn năng lượng:** Hiện tại trạm vẫn phụ thuộc hoàn toàn vào nguồn điện lưới (thông qua adapter 5V). Hệ thống chưa có cơ chế nguồn dự phòng (pin sạc hoặc pin năng lượng mặt trời) để duy trì hoạt động khi xảy ra sự cố mất điện.
- **Phạm vi kết nối:** Việc sử dụng kết nối WiFi khiến thiết bị bị giới hạn trong phạm vi phủ sóng của Router. Nếu lắp đặt ở các khu vực nông nghiệp xa khu dân cư sẽ gặp khó khăn trong việc truyền tải dữ liệu.