

**BÁO CÁO THỰC HÀNH**

Môn học: Hệ thống nhúng mạng không dây

Buổi báo cáo: Lab 06

Tên chủ đề: Wireless Mesh Network

GVHD: Nguyễn Văn Bảo

Ngày thực hiện: 12/06/2024

**THÔNG TIN CHUNG:**

(Liệt kê tất cả các thành viên trong nhóm)

Lớp: NT131.O21.1

Nhóm: 6

STT	Họ và tên	MSSV	Email
1	Lê Huy Hiệp	21522067	<a href="mailto:21522067@gm.uit.edu.vn">21522067@gm.uit.edu.vn</a>
2	Nguyễn Long Vũ	21522800	<a href="mailto:21522800@gm.uit.edu.vn">21522800@gm.uit.edu.vn</a>
3	Nguyễn Thanh Tuấn	21522756	<a href="mailto:21522756@gm.uit.edu.vn">21522756@gm.uit.edu.vn</a>

**1. ĐÁNH GIÁ KHÁC:**

Nội dung	Kết quả
Tổng thời gian thực hiện bài thực hành trung bình	1 ngày
Link Video thực hiện (nếu có)	<a href="#">Link</a>
Điểm tự đánh giá	10

## BÁO CÁO CHI TIẾT

Yêu cầu 1: Mô tả chi tiết về cách thức vận hành của một Wireless Mesh Network. Hoàn thành tiếp tục câu 2 ở trên để các node gửi broadcast dữ liệu sensor với nhau.

**Mô tả chi tiết về cách thức vận hành của một Wireless Mesh Network:**

Nguyên tắc hoạt động:

Wifi Mesh hoạt động theo nguyên lý sử dụng hai hoặc nhiều thiết bị kết nối với nhau như một “nút” để tạo nên một mạng lưới Wifi. Chỉ một nút được kết nối với Modem Internet, trong khi đó các nút còn lại được đặt khắp nơi để tạo nên một mạng Wifi diện rộng, những nút này đều là một phần trong mạng Wifi duy nhất, chia sẻ chung một SSID và mật khẩu, điều này khiến cho việc mở rộng hệ thống Mesh hết sức dễ dàng.

Cấu trúc liên kết mạng Wifi Mesh

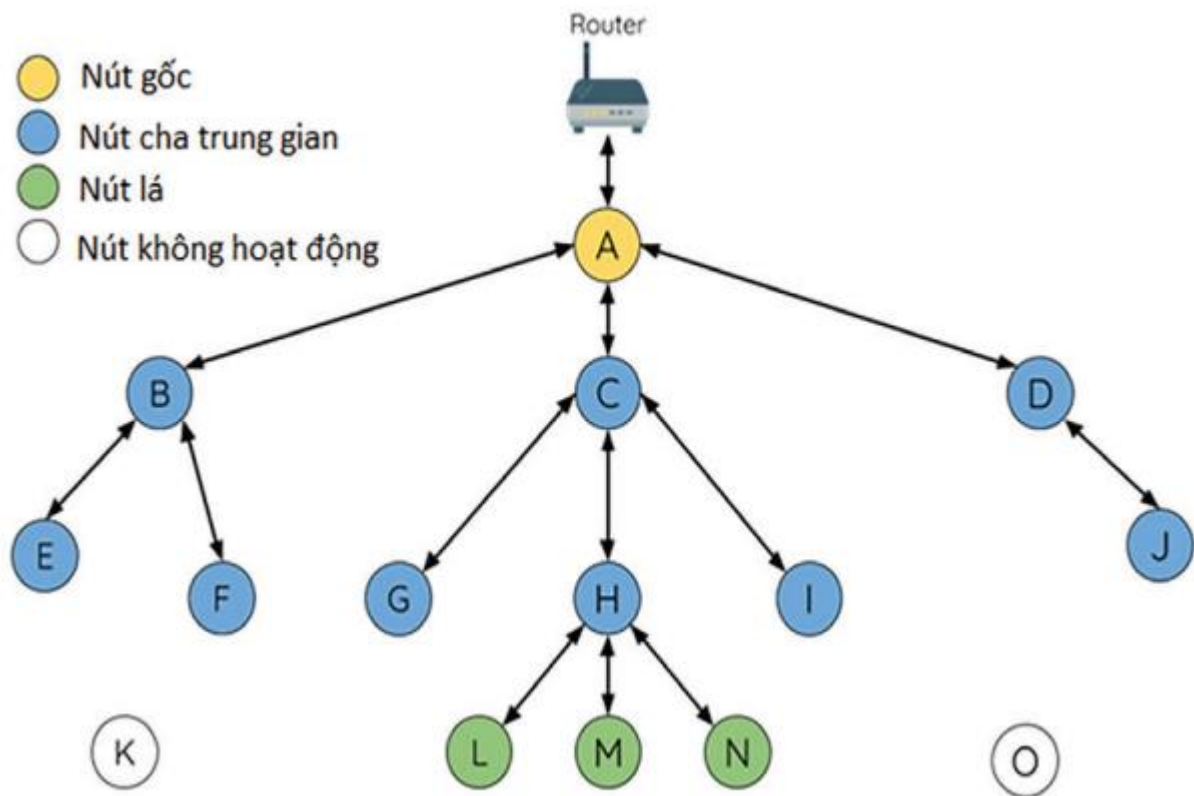
Wifi Mesh được xây dựng trên cơ sở hạ tầng giao thức Wifi, có thể được coi là một giao thức mạng kết hợp nhiều Wifi riêng lẻ thành một mạng WLAN duy nhất. Trong khi ở Wifi các trạm bị giới hạn ở một kết nối duy nhất với một Access Point (kết nối ngược dòng - là kết nối từ một nút đến các nút cha của nó) và một AP có thể được kết nối đồng thời với nhiều trạm (kết nối xuôi dòng - là kết nối từ một nút đến một trong các nút con của nút đó) thì Wifi Mesh cho phép các nút hoạt động đồng thời như một trạm AP. Một nút trong Wifi Mesh có thể có nhiều kết nối xuôi dòng sử dụng giao diện softAP của nó, đồng thời có một kết nối ngược dòng duy nhất sử dụng giao diện trạm của nó.

Wifi Mesh là mạng nhiều bước nhảy (multi hop), các nút có thể truyền gói tin đến các nút khác trong mạng thông qua một hoặc nhiều bước nhảy. Các nút trong Wifi Mesh không chỉ truyền các gói tin riêng mà còn đóng vai trò như các trạm lưu giữ thông tin cho các nút khác. Nếu điều kiện tồn tại một đường truyền giữa hai nút bất kỳ trên lớp vật lý thông qua một hoặc nhiều bước nhảy, cặp nút bất kỳ trong mạng Wifi Mesh có thể giao tiếp. Kết nối nút trong Mesh

Nút gốc được minh họa trong Hình 1 là nút ở vị trí trên cùng của mạng, đóng vai trò duy nhất trong việc kết nối mạng Wifi Mesh với mạng IP bên ngoài. Nút gốc này kết nối với bộ định tuyến Wifi thông thường và truyền các gói tin từ mạng IP bên ngoài tới các nút khác trong mạng Wifi Mesh. Theo sơ đồ, nút A là nút gốc của mạng.

Nút lá là các nút không được phép có bất kỳ nút con nào và không có kết nối xuôi dòng. Vì vậy, một nút lá chỉ có thể gửi và nhận các gói tin của chính nó mà không thể chuyển tiếp gói tin của các nút khác. Nếu một nút nằm ở lớp cao nhất cho phép của mạng, nó sẽ được chỉ định làm nút lá để ngăn chặn việc hình thành kết nối xuôi dòng, đảm bảo mạng không thêm lớp mới. Một số nút không có giao thức softAP cũng sẽ được chỉ định làm nút lá do yêu cầu của giao thức này cho kết nối xuôi dòng. Trong Hình 1, các nút L/M/N nằm ở lớp cao nhất được phép của mạng, vì vậy chúng được chỉ định là nút lá.

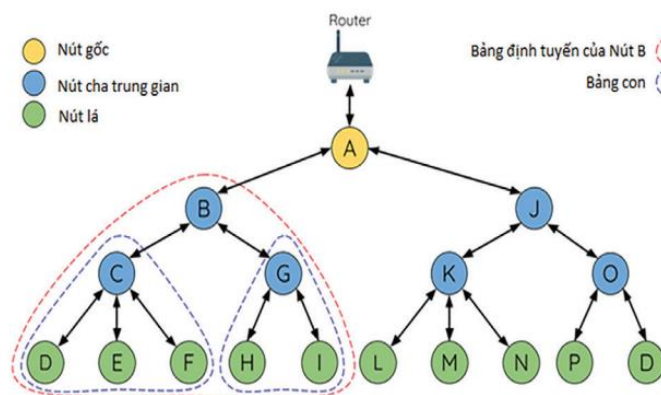
Nút cha trung gian là các nút không phải là nút gốc hoặc nút lá. Một nút cha trung gian phải có một kết nối ngược dòng duy nhất, nhưng có thể có từ 0 đến nhiều kết nối xuôi dòng (từ 0 đến nhiều nút con). Nút cha trung gian có thể gửi và nhận các gói tin, đồng thời có thể chuyển tiếp các gói tin từ các kết nối ngược và xuôi của nó. Trong Hình 1, các nút từ B đến J là nút cha trung gian. Các nút cha trung gian không có kết nối xuôi dòng như nút E/F/G/I/J không được coi là nút lá vì chúng vẫn có khả năng tạo kết nối xuôi dòng trong tương lai.



Hình 1: Cách kết nối nút trong mạng mesh

### Phương pháp định tuyến trong mạng mesh

Mỗi nút trong mạng Wifi Mesh duy trì một bảng định tuyến riêng để định tuyến chính xác các gói tin đến nút đích. Bảng định tuyến của mỗi nút bao gồm địa chỉ MAC của tất cả các nút trong mạng con của nó. Bảng định tuyến này được chia thành nhiều bảng con, mỗi bảng con tương ứng với mạng con của từng nút con.



Hình 2: Phương pháp định tuyến Wifi Mesh

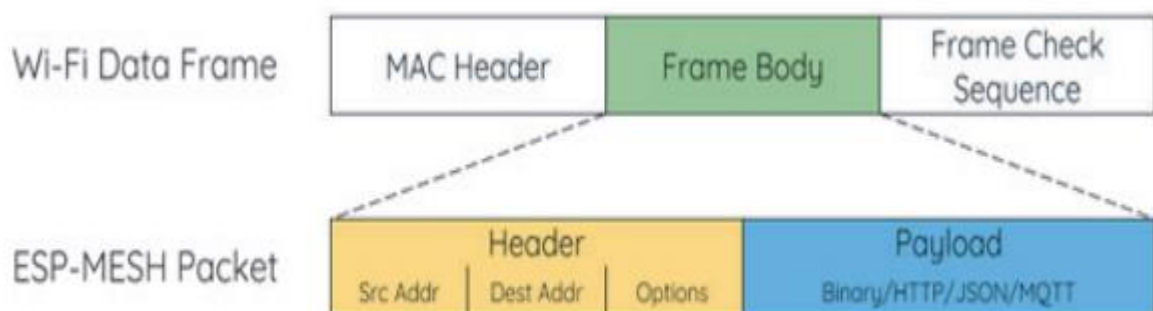
Trên Hình 2, phương pháp định tuyến của nút B bao gồm các địa chỉ MAC từ nút B đến nút I, tức là toàn bộ mạng con của nút B. Bảng định tuyến của nút B được chia thành hai bảng con: một bảng chứa các nút từ C đến F và bảng còn lại chứa các nút từ G đến I, tương ứng với các mạng con của nút C và G. Wifi Mesh sử dụng phương pháp định tuyến để xác định xem gói tin nên được chuyển tiếp theo hướng ngược dòng hay xuôi dòng dựa trên các nguyên tắc sau:

Nếu địa chỉ MAC đích của gói tin nằm trong bảng định tuyến của nút hiện tại và không phải là địa chỉ của nút hiện tại, gói tin sẽ được chuyển tiếp xuống nút con tương ứng với bảng con chứa địa chỉ MAC đích.

Nếu địa chỉ MAC đích không nằm trong bảng định tuyến của nút hiện tại, gói tin sẽ được chuyển tiếp ngược dòng tới nút cha. Quá trình này sẽ tiếp tục cho đến khi gói tin đến được nút gốc, nơi chứa bảng định tuyến bao gồm tất cả các nút trong mạng.

Cách truyền dữ liệu trong wifi mesh

Truyền dữ liệu mạng Wifi Mesh sử dụng gói Wifi Mesh. Các gói Wifi Mesh chứa hoàn toàn trong phần thân khung của khung dữ liệu Wifi. Truyền dữ liệu nhiều bước trong mạng Wifi Mesh sẽ liên quan đến một gói Wifi Mesh duy nhất được truyền qua mỗi bước bởi một khung dữ liệu WiFi khác. Hình 3 cho thấy cấu trúc của gói Wifi Mesh, mối quan hệ của nó với khung dữ liệu Wifi.

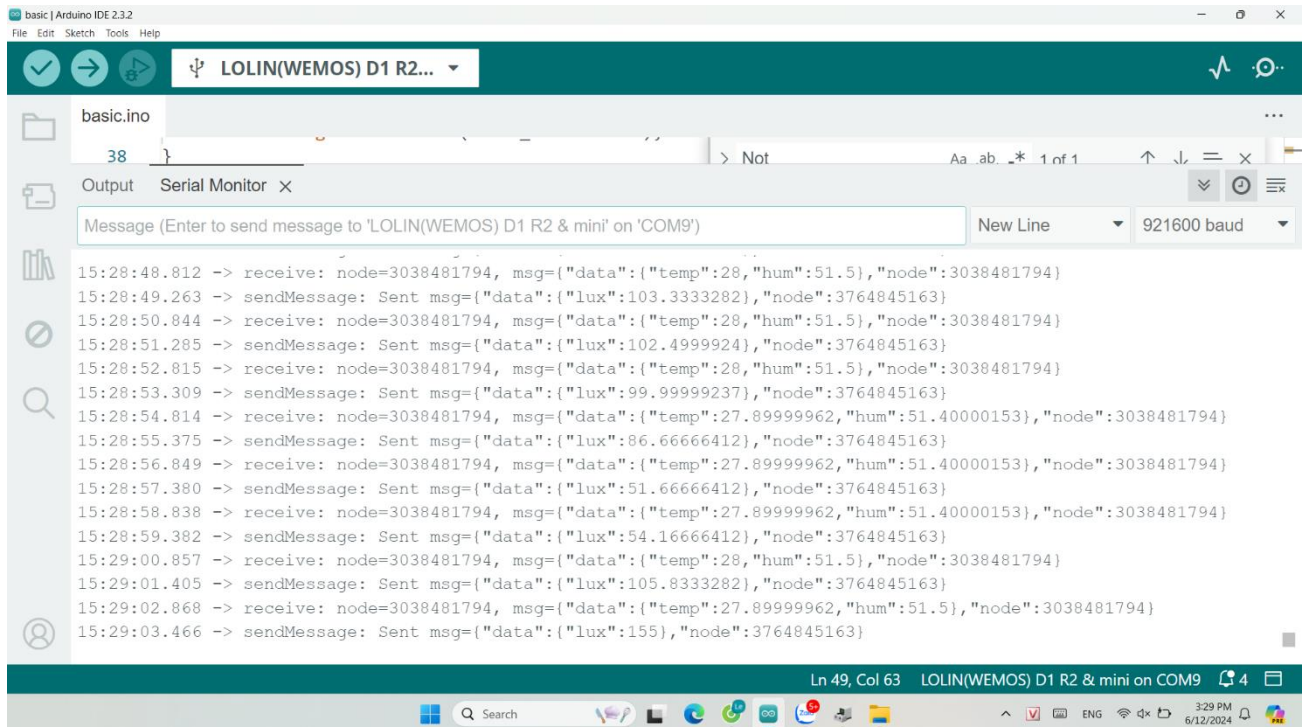


Hình 3. Gói Wifi Mesh

Header của gói Wifi Mesh chứa địa chỉ MAC các Src Addr (nút nguồn) và Dest Addr (nút đích). Trường Option (tùy chọn) chứa thông tin liên quan đến các gói Wifi Mesh đặc biệt như truyền nhóm hoặc gói có nguồn gốc từ mạng IP bên ngoài.

Payload của gói Wifi Mesh chứa dữ liệu ứng dụng thực tế. Dữ liệu này có thể là dữ liệu nhị phân hoặc được mã hóa theo giao thức lớp ứng dụng như HTTP, MQTT và JSON.

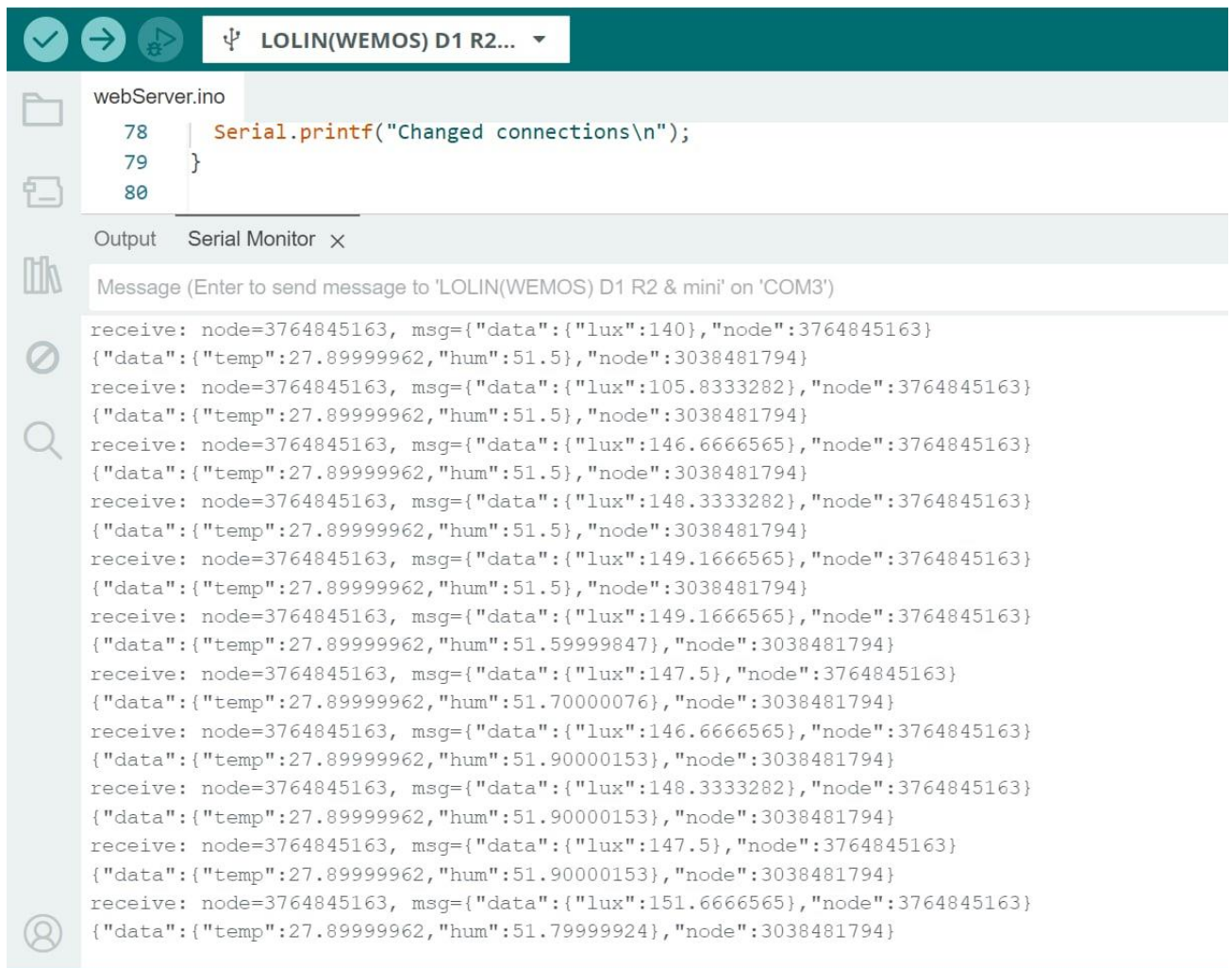
Hoàn thành tiếp tục câu 2 ở trên để các node gửi broadcast dữ liệu sensor với nhau.



```
basic.ino
38 }
> Not
Aa .ab _* 1 of 1
Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'LOLIN(WEMOS) D1 R2 & mini' on 'COM9') New Line 921600 baud
15:28:48.812 -> receive: node=3038481794, msg={"data":{"temp":28,"hum":51.5},"node":3038481794}
15:28:49.263 -> sendMessage: Sent msg={"data":{"lux":103.3333282},"node":3764845163}
15:28:50.844 -> receive: node=3038481794, msg={"data":{"temp":28,"hum":51.5},"node":3038481794}
15:28:51.285 -> sendMessage: Sent msg={"data":{"lux":102.4999924},"node":3764845163}
15:28:52.815 -> receive: node=3038481794, msg={"data":{"temp":28,"hum":51.5},"node":3038481794}
15:28:53.309 -> sendMessage: Sent msg={"data":{"lux":99.99999237},"node":3764845163}
15:28:54.814 -> receive: node=3038481794, msg={"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.40000153},"node":3038481794}
15:28:55.375 -> sendMessage: Sent msg={"data":{"lux":86.66666412},"node":3764845163}
15:28:56.849 -> receive: node=3038481794, msg={"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.40000153},"node":3038481794}
15:28:57.380 -> sendMessage: Sent msg={"data":{"lux":51.66666412},"node":3764845163}
15:28:58.838 -> receive: node=3038481794, msg={"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.40000153},"node":3038481794}
15:28:59.382 -> sendMessage: Sent msg={"data":{"lux":54.16666412},"node":3764845163}
15:29:00.857 -> receive: node=3038481794, msg={"data":{"temp":28,"hum":51.5},"node":3038481794}
15:29:01.405 -> sendMessage: Sent msg={"data":{"lux":105.8333282},"node":3764845163}
15:29:02.868 -> receive: node=3038481794, msg={"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.5},"node":3038481794}
15:29:03.466 -> sendMessage: Sent msg={"data":{"lux":155},"node":3764845163}
```

Hình ảnh gửi và nhận dữ liệu của node có cảm biến ánh sáng





```
webServer.ino
78   Serial.printf("Changed connections\n");
79 }
80
```

Output Serial Monitor x

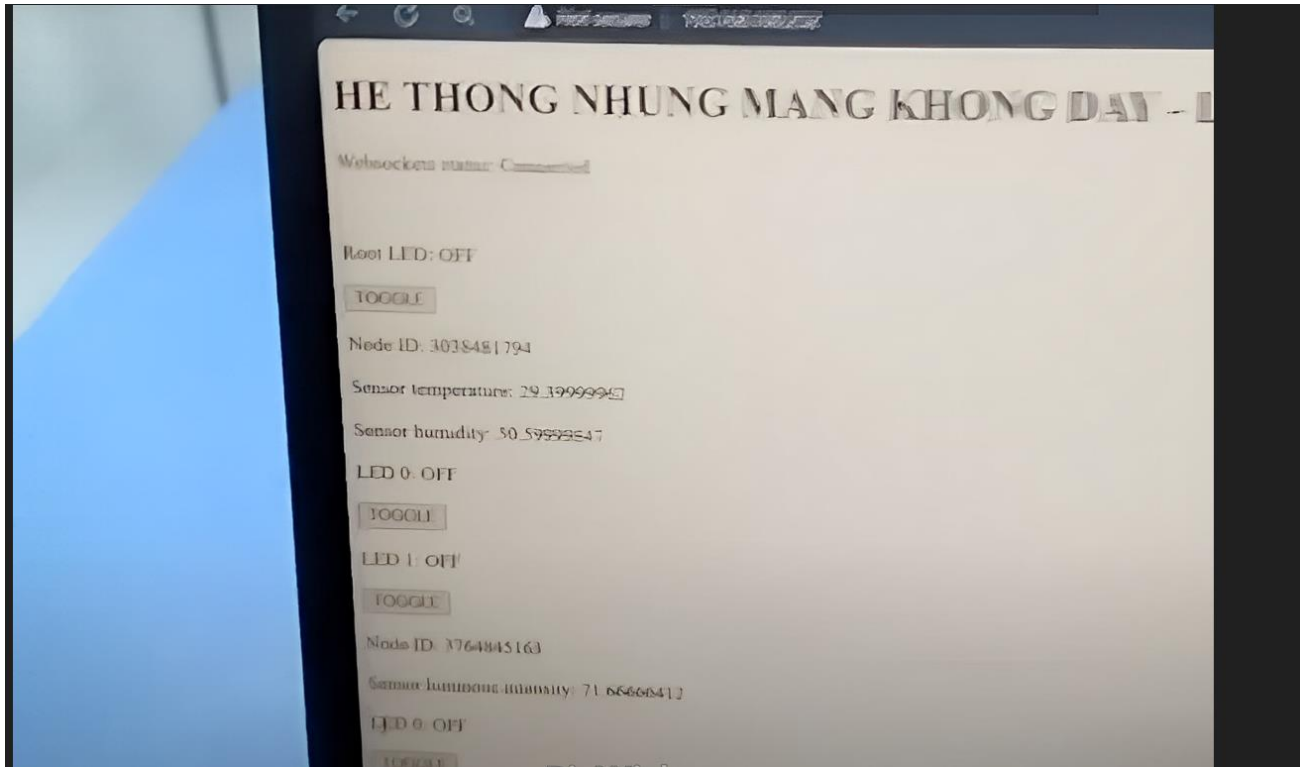
Message (Enter to send message to 'LOLIN(WEMOS) D1 R2 & mini' on 'COM3')

```
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":140,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.5},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":105.8333282,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.5},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":146.6666565,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.5},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":148.3333282,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.5},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":149.1666565,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.5},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":149.1666565,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.59999847},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":147.5,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.70000076},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":146.6666565,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.90000153},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":148.3333282,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.90000153},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":147.5,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.90000153},"node":3038481794}
receive: node=3764845163, msg={"data":{"lux":151.6666565,"node":3764845163}
{"data":{"temp":27.89999962,"hum":51.79999924},"node":3038481794}
```

*Hình ảnh gửi và nhận dữ liệu của node có cảm biến nhiệt độ, độ ẩm*

Yêu cầu 2: Sử dụng node 3 làm Root Node để kết nối thêm một mạng khác (vd: UiTiOt-E3.1), viết một webserver trên Root Node này để cung cấp giao diện hiển thị dữ liệu cảm biến cùng với đó là khả năng điều khiển đèn gắn trên root node.

Yêu cầu 3: Tương tự kịch bản 2, thêm đèn led ở tất các node (có thể 1 hoặc nhiều led/node). Giao diện web thêm tính năng cho phép bật/tắt các đèn này.



*Hình ảnh giao diện web chung của bài 2 và bài 3*

Code và video thực hiện các yêu cầu nằm ở link sau:

[https://drive.google.com/drive/folders/1OHiiS74ZyppLLnpXqW983gqLQAC\\_BlxD?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1OHiiS74ZyppLLnpXqW983gqLQAC_BlxD?usp=drive_link)

HẾT