

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC  
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

TÊN ĐỀ TÀI TIỂU LUẬN

CẢM BIẾN Đếm NGƯỜI TRONG KHÔNG GIAN NHỎ VỚI  
ESP32

PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT (NHÓM 4) - 2024-2025.2.TIN4024.004

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: VÕ VIỆT DŨNG

HUẾ, THÁNG 4 NĂM 2025

# MỤC LỤC

<b>I. MỞ ĐẦU:</b>	1
1.1. Mục tiêu của đề tài:	1
1.3. Ứng dụng thực tiễn:	1
1.4. Lợi ích của ứng dụng:	1
1.5. Mã nguồn minh họa:	2
<b>II. NỘI DUNG</b>	2
2.1. Tổng quan về các thành phần:	2
2.1.1. Vi điều khiển ESP32-DevKitC V4:	2
2.1.2. Cảm biến hồng ngoại PIR:	2
2.1.3. Màn hình OLED SSD1306:	3
2.1.4. Đèn LED thông báo trạng thái:	3
2.2. Sơ đồ Wokwi:	4
2.2.1. Cảm biến chuyển động PIR1 (bên trái):	4
2.2.2. Cảm biến chuyển động PIR2 (bên trên):	5
2.2.3. Màn hình OLED SSD1306:	5
2.2.4. Kết nối đèn LED:	6
2.3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống đếm người:	7
2.3.1. Thiết kế cơ bản và bố trí cảm biến:	7
2.3.2. Quy trình đếm người:	7
2.3.3. Quy trình hoạt động tổng thể	8
2.4. Gửi thông tin bằng Blynk Console	10
2.4.1. Thiết kế Web Dashboard trên Blynk Console	10
2.4.2. Hoạt động của các thiết bị trên Blynk Console:	11
2.4.3. Lợi ích của việc sử dụng Blynk Console trong hệ thống đếm người:	12
2.5. Mô phỏng và đánh giá	12
2.5.1. Mô phỏng trên Wokwi	12
2.5.2. Đánh giá quá trình mô phỏng	13
<b>III. KẾT LUẬN</b>	14
<b>IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	15

## **I. MỞ ĐẦU:**

### **1.1. Mục tiêu của đề tài:**

- Thiết kế hệ thống đếm người trong không gian nhỏ, đơn giản.
- Hiện thị số lượng người ra/vào trên màn hình OLED, sử dụng ESP32 và cảm biến hồng ngoại.
- Sử dụng thêm hai đèn LED để báo hiệu khi có người ra hoặc vào.
- Mô phỏng trên Wokwi để kiểm thử.

### **1.2. Thiết bị sử dụng trong Wokwi:**

- ESP32 Devkit V4 (esp): Vi điều khiển chính để đọc dữ liệu từ cảm biến hồng ngoại và hiển thị lên màn hình OLED.
- Cảm biến PIR1 (wokwi-pir-motion-sensor): Đặt ở cửa ra/vào để phát hiện người đi vào.
- Cảm biến PIR2 (wokwi-pir-motion-sensor): Đặt đối diện PIR1 để phát hiện người đi ra.
- Đèn LED1 màu xanh dương: Sáng lên khi phát hiện người đi vào nhờ cảm biến PIR1.
- Đèn LED2 màu đỏ: Sáng lên khi phát hiện người đi ra nhờ cảm biến PIR2.
- Màn hình OLED SSD1306 (oled): Hiện thị số lượng người trong không gian.

### **1.3. Ứng dụng thực tiễn:**

- Quản lý không gian làm việc
- Giám sát phòng họp
- Quản lý thư viện hoặc phòng đọc

→ Hệ thống đếm người có thể tự động điều chỉnh hệ thống chiếu sáng, thông gió hoặc cảnh báo khi số lượng người vượt quá giới hạn cho phép.

### **1.4. Lợi ích của ứng dụng:**

- **Nâng cao an ninh:** Giám sát số lượng người ra vào giúp phát hiện kịp thời các tình huống bất thường, đảm bảo an ninh cho không gian. [2]

- **Tối ưu hóa quản lý nhân sự:** Dữ liệu về lưu lượng người giúp điều phối nhân viên hợp lý, đặc biệt trong các cửa hàng hoặc sự kiện có lưu lượng khách thay đổi. [1]

→ Giúp tăng độ chính xác, thiết kế nhỏ gọn giúp cho việc lắp đặt dễ dàng và không chiếm nhiều vị trí. Việc triển khai hệ thống đếm người đơn giản với ESP32 và cảm biến hồng ngoại không chỉ mang lại hiệu quả về mặt quản lý mà còn giúp tiết kiệm chi phí và nâng cao chất lượng dịch vụ trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

## **1.5. Mã nguồn minh họa:**

[ESP 32 - Count People](#)

## **II. NỘI DUNG**

### **2.1. Tổng quan về các thành phần:**

#### **2.1.1. Vi điều khiển ESP32-DevKitC V4:**

- **Giới thiệu chung:** “ESP32-DevKitC V4 là một bảng mạch phát triển dựa trên ESP32 kích thước nhỏ do Espressif sản xuất. Hầu hết các chân I / O được chia ra thành các đầu pin ở cả hai bên để dễ dàng kết nối. Các nhà phát triển có thể kết nối các thiết bị ngoại vi bằng dây jumper hoặc gắn ESP32-DevKitC V4 trên bảng mạch breadboard.” [4]

- **Ứng dụng trong hệ thống:** ESP32 đóng vai trò trung tâm, thu thập dữ liệu từ các cảm biến PIR, xử lý thông tin và hiển thị kết quả trên màn hình OLED.

#### **- Luồng hoạt động trong đề tài:**

- Đọc tín hiệu từ hai cảm biến PIR thông qua các chân esp:2 và esp:3, xử lý dữ liệu để xác định hướng ra/vào, sau đó cập nhật số lượng người hiện tại.
- Điều khiển màn hình OLED SSD1306 qua giao thức SPI (sử dụng các chân esp:4, esp:5, esp:12, esp:13, esp:15) để hiển thị kết quả theo thời gian thực.

#### **2.1.2. Cảm biến hồng ngoại PIR:**

❖ **Theo như bài viết về cảm biến PIR của KNXStore:**

- “Cảm biến hồng ngoại thụ động (Cảm biến hồng ngoại pir sensor) là một cảm biến điện tử đo ánh sáng hồng ngoại phát ra từ các vật thể trong trường nhìn của nó. Vì vậy chúng được ứng dụng nhiều trong báo động an ninh.” [3]

- “Xét về mặt kỹ thuật, cảm biến hồng ngoại pir sensor có thể phát hiện được nhiều mức bức xạ hồng ngoại khác nhau. Nếu nhiệt độ của vật thể tăng lên thì mức độ bức xạ sẽ

tăng lên và ngược lại. Nói chung, cảm biến hồng ngoại pir sensor có thể phát hiện được sự chuyển động của con người, các loài động vật trong một phạm vi nhất định.” [3]

❖ **Ứng dụng trong hệ thống:**

- Sử dụng hai cảm biến PIR đặt ở cửa ra vào để xác định hướng di chuyển của người, từ đó tăng hoặc giảm số đếm tương ứng.

❖ **Cách xác định hướng ra vào trong đề tài:**

- Hai cảm biến PIR được bố trí trước cửa ra vào của không gian nhỏ, cách nhau một khoảng nhất định.

- Khi người đi vào, pir1 (ngoài) kích hoạt trước (esp:2 nhận HIGH), sau đó pir2 (trong) kích hoạt (esp:3 nhận HIGH), cho phép ESP32 tăng biến đếm.

- Ngược lại, khi người đi ra, pir2 kích hoạt trước, rồi đến pir1, ESP32 giảm biến đếm. Logic này giúp xác định hướng di chuyển và đếm chính xác số người.

### **2.1.3. Màn hình OLED SSD1306**

- **Giới thiệu chung:** Màn hình OLED SSD1306 là loại màn hình hiển thị đơn sắc, sử dụng công nghệ diode phát quang hữu cơ, cho độ tương phản cao và tiêu thụ năng lượng thấp.

- **Ứng dụng trong hệ thống:** Hiển thị số lượng người hiện diện trong không gian, cập nhật theo thời gian thực dựa trên dữ liệu từ cảm biến PIR.

→ Màn hình OLED hiển thị số lượng người hiện tại trong không gian theo thời gian thực. ESP32 gửi dữ liệu biến đếm qua giao thức SPI, và OLED cập nhật thông tin.

### **2.1.4. Đèn LED thông báo trạng thái:**

- **Chức năng:** Thể hiện trực quan trạng thái phát hiện chuyển động từ cảm biến.

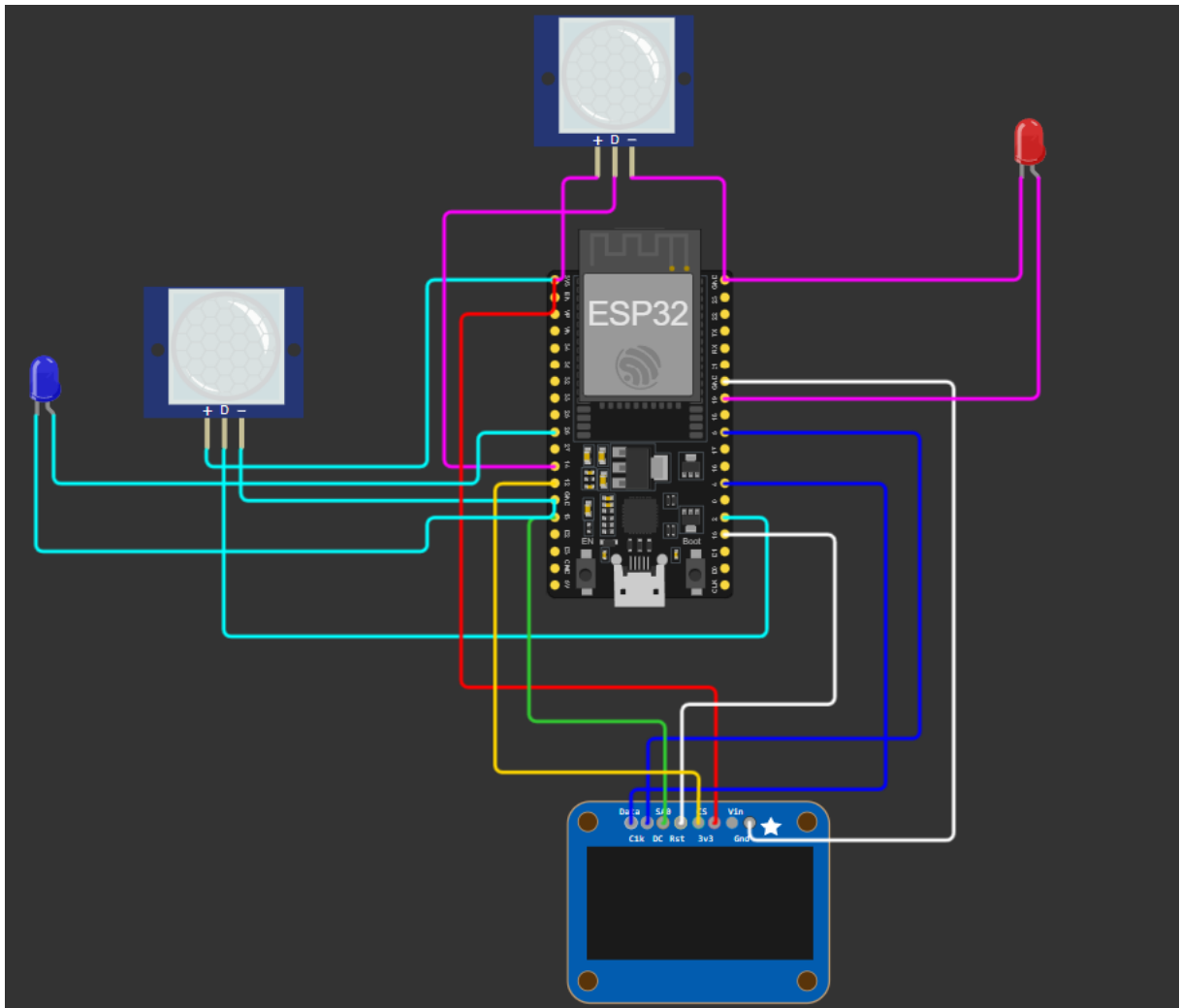
- **LED1 (Xanh dương):** Khi cảm biến PIR1 phát hiện chuyển động (người đi vào), LED1 sẽ sáng để báo hiệu.

- **LED2 (Đỏ):** Khi cảm biến PIR2 phát hiện chuyển động (người đi ra), LED2 sẽ sáng tương tự.

→ Giúp người dùng dễ dàng xác định hướng di chuyển mà không cần nhìn trực tiếp vào màn hình OLED.

## 2.2. Sơ đồ Wokwi:

- Hệ thống đếm người sử dụng ESP32 làm bộ xử lý trung tâm, kết nối với hai cảm biến PIR (PIR1 và PIR2) để phát hiện chuyển động vào/ra. Khi có người đi qua, cảm biến sẽ gửi tín hiệu đến ESP32 để xử lý và hiển thị số lượng người lên màn hình OLED. Hệ thống được bổ sung hai đèn LED (LED xanh cho PIR1 và LED đỏ cho PIR2) để trực quan hóa trạng thái hoạt động của các cảm biến.



### 2.2.1. Cảm biến chuyển động PIR1 (bên trái):

- Chân OUT:

- Kết nối với chân esp:2 của ESP32.
- Màu dây: Xanh lam (Cyan).

- Mục đích: Truyền tín hiệu phát hiện chuyển động từ cảm biến PIR1 đến ESP32 để xác định hướng ra/vào.

- Chân VCC:

- Kết nối với chân esp:3V3 của ESP32.
- Màu dây: Xanh lam (Cyan)

- Chân GND:

- Kết nối với chân esp:GND.1 của ESP32.
- Màu dây: Xanh lam (Cyan)

### **2.2.2. Cảm biến chuyển động PIR2 (bên trên):**

- Chân OUT:

- Kết nối với chân esp:14 của ESP32.
- Màu dây: Tím (Magenta)
- Mục đích: Truyền tín hiệu phát hiện chuyển động từ cảm biến PIR2 đến ESP32 để xác định hướng ra/vào.

- Chân VCC:

- Kết nối với chân esp:3V3 của ESP32.
- Màu dây: Tím (Magenta).

- Chân GND:

- Kết nối với chân esp:GND.2 của ESP32.
- Màu dây: Tím (Magenta).

### **2.2.3. Màn hình OLED SSD1306:**

- Chân DATA:

- Kết nối với chân esp:4 của ESP32.
- Màu dây: Xanh dương (Blue).
- Mục đích: Truyền dữ liệu từ ESP32 đến OLED qua giao thức SPI.

- Chân CLK:

- Kết nối với chân esp:5 của ESP32.
  - Màu dây: Xanh dương (Blue).
  - Mục đích: Đồng bộ nhịp giao tiếp SPI giữa ESP32 và OLED.
- Chân DC:
- Kết nối với chân esp:13 của ESP32.
  - Màu dây: Xanh lá nhạt (Limegreen).
  - Mục đích: Chọn giữa chế độ dữ liệu hoặc lệnh khi giao tiếp với OLED.
- Chân RST:
- Kết nối với chân esp:15 của ESP32.
  - Màu dây: Trắng (White).
  - Mục đích: Đặt lại trạng thái của màn hình OLED.
- Chân CS:
- Kết nối với chân esp:12 của ESP32.
  - Màu dây: Vàng (Gold).
  - Mục đích: Chọn thiết bị OLED trong giao tiếp SPI.
- Chân 3V3:
- Kết nối với chân esp:3V3 của ESP32.
  - Màu dây: Đỏ (Red).
- Chân GND:
- Kết nối với chân esp:GND.3 của ESP32.
  - Màu dây: Trắng (White).

#### **2.2.4. Kết nối đèn LED:**

- LED 1:
- Cực dương (A) nối với chân GPIO 26 của ESP32.
  - Cực âm (C) nối về chân GND.1.
- LED 2:
- Cực dương (A) nối với chân GPIO 19.
  - Cực âm (C) nối về chân GND.2.

→ Các chân này được chọn vì là chân GPIO thông thường, phù hợp để điều khiển tín hiệu ON/OFF của LED.



## **2.3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống đếm người.**

### **2.3.1. Thiết kế cơ bản và bố trí cảm biến**

- Hệ thống bao gồm hai cảm biến PIR (pir1 và pir2) được đặt tại cửa ra vào của không gian nhỏ, cách nhau một khoảng nhất định để phân biệt hướng di chuyển của người:

- pir1 (kết nối với chân esp:2 của ESP32): Đặt ở vị trí ngoài cùng để phát hiện người đi vào không gian. Khi phát hiện chuyển động, cảm biến gửi tín hiệu HIGH và kích hoạt LED xanh để báo hiệu.
- pir2 (kết nối với chân esp:14 của ESP32): Đặt phía trong để phát hiện người đi ra khỏi không gian. Tín hiệu HIGH từ cảm biến sẽ kích hoạt LED đỏ để thông báo.

- Mỗi cảm biến PIR sẽ phát tín hiệu HIGH (cao) khi phát hiện chuyển động trong phạm vi của nó, và tín hiệu LOW (thấp) khi không có chuyển động. ESP32 đọc các tín hiệu này từ chân esp:2 (pir1) và esp:14 (pir2) để xác định hướng di chuyển của người.

### **2.3.2. Quy trình đếm người**

Nguyên lý đếm dựa trên thứ tự kích hoạt của hai cảm biến:

#### **❖ Khi người đi vào:**

- Cảm biến PIR1 (đặt ở phía ngoài cửa) phát hiện chuyển động trước → gửi tín hiệu HIGH đến chân esp:2.
- Sau đó, khi người đi qua, pir2 (trong) kích hoạt và gửi tín hiệu HIGH đến chân esp:14. ESP32 nhận diện chuỗi tín hiệu này (pir1 HIGH trước, sau đó pir2 HIGH) để tăng biến đếm lên 1 đơn vị.
- Bật LED xanh dương (led1) để báo hiệu có người mới đi vào. LED này được kết nối vào chân esp:26 và sẽ bật sáng trong thời gian ngắn (vài giây) rồi tắt để tránh gây nhiễu.

#### **❖ Khi người đi ra:**

- Cảm biến PIR2 (trong cửa) phát hiện chuyển động trước → gửi tín hiệu HIGH đến esp:14.
- ESP32 nhận diện chuỗi ngược lại (pir2 HIGH trước, sau đó pir1 HIGH) để giảm biến đếm đi 1 đơn vị.

- Bật LED đỏ (led2) báo hiệu có người vừa rời khỏi không gian. LED này được nối vào chân esp:19 và hoạt động tương tự như led1.

- **Trường hợp không thay đổi:** Nếu chỉ một cảm biến kích hoạt mà không có tín hiệu từ cảm biến còn lại trong khoảng thời gian nhất định (timeout), hệ thống sẽ không thay đổi biến đếm, tránh sai sót do người đứng yên hoặc chuyển động không hoàn chỉnh. Không đèn LED nào được kích hoạt để biểu thị trạng thái không hợp lệ.

### **2.3.3. Quy trình hoạt động tổng thể**

#### **a) Khởi động hệ thống:**

- Khi được cấp nguồn, ESP32-DevKitC V4 bắt đầu quá trình khởi tạo. Đầu tiên, vi điều khiển kiểm tra trạng thái kết nối với các linh kiện ngoại vi. Hai cảm biến PIR được kết nối lần lượt qua chân esp:2 (cho pir1) và esp:14 (cho pir2) sẽ được xác nhận hoạt động bằng cách kiểm tra tín hiệu ban đầu.

- Đồng thời, ESP32 thiết lập giao tiếp với màn hình OLED SSD1306 thông qua giao thức SPI, sử dụng các chân: esp:4, esp:5, esp:12, esp:13, và esp:15.

- Quá trình này đảm bảo rằng tất cả các linh kiện đều sẵn sàng trước khi vận hành. Sau khi khởi tạo thành công, ESP32 đặt biến đếm số người (count) về giá trị ban đầu là 0, chuẩn bị cho việc theo dõi lượt ra/vào. Giai đoạn này cũng bao gồm việc cấp nguồn ổn định từ chân esp:3V3 cho cả hai cảm biến PIR và OLED, với các chân GND (esp:GND.1, esp:GND.2, esp:GND.3) đảm bảo mạch hoàn chỉnh.

- Ngoài ra, hệ thống cũng khởi tạo hai đèn LED: led1 (màu đỏ, nối chân esp:19) và led2 (màu xanh dương, nối chân esp:26) ở trạng thái tắt, sẵn sàng được sử dụng để phản hồi trực quan mỗi khi có người ra hoặc vào.

#### **b) Theo dõi tín hiệu từ cảm biến:**

- Sau khi khởi động, ESP32 chuyển sang chế độ giám sát liên tục. Vi điều khiển đọc trạng thái tín hiệu từ hai chân esp:2 (kết nối với pir1) và esp:14 (kết nối với pir2) để phát hiện bất kỳ chuyển động nào qua cửa ra vào. Cảm biến PIR hoạt động bằng cách phát hiện sự thay đổi của bức xạ hồng ngoại trong phạm vi của nó, gửi tín hiệu HIGH khi có người di chuyển qua và duy trì tín hiệu LOW (0V) khi không có chuyển động.

- ESP32 sử dụng cơ chế quét nhanh để đảm bảo không bỏ sót tín hiệu nào, đặc biệt trong trường hợp người di chuyển với tốc độ vừa phải.

- Tín hiệu từ cảm biến được kiểm tra thường xuyên nhằm kích hoạt xử lý logic đi vào/đi ra, đồng thời chuẩn bị điều khiển hai đèn LED phản hồi tương ứng.

### **c) Xử lý dữ liệu và cập nhật biến đếm:**

- Dựa trên thứ tự kích hoạt của hai cảm biến PIR, ESP32 thực hiện phân tích tín hiệu để xác định hướng di chuyển và điều chỉnh biến đếm. Cụ thể, nếu tín hiệu HIGH xuất hiện ở chân esp:2 (pir1) trước, sau đó đến esp:14 (pir2), hệ thống nhận diện đây là một lượt người đi vào và tăng biến đếm lên 1 đơn vị.

- Ngược lại, nếu tín hiệu HIGH xuất hiện ở esp:14 (pir2) trước, rồi đến esp:2 (pir1), hệ thống xác định đây là lượt người đi ra và giảm biến đếm đi 1 đơn vị, với điều kiện biến đếm không giảm dưới 0 để tránh giá trị âm không hợp lệ.

- Trong trường hợp chỉ một cảm biến kích hoạt mà không có tín hiệu tiếp theo từ cảm biến còn lại trong một khoảng thời gian nhất định (timeout, ví dụ: 2 giây), ESP32 sẽ bỏ qua sự kiện này để tránh nhầm lẫn do người đứng yên hoặc chuyển động không hoàn chỉnh.

- Hệ thống cũng điều khiển LED phản hồi: khi có người đi vào, ESP32 bật led2 (xanh dương) trong thời gian ngắn; khi có người đi ra, ESP32 bật led1 (đỏ) để biểu thị hướng di chuyển tương ứng.

### **d) Cập nhật hiển thị trên màn hình OLED:**

- ESP32 gửi giá trị biến đếm đến màn hình OLED SSD1306 qua giao thức SPI (sử dụng chân esp:4 cho DATA, esp:5 cho CLK, esp:13 cho DC, esp:15 cho RST, và esp:12 cho CS). OLED hiển thị số người hiện tại.

### **e) Hoạt động lặp lại và phản hồi thời gian thực:**

- Hệ thống vận hành trong một vòng lặp liên tục, quay lại bước theo dõi tín hiệu ngay sau khi hoàn tất hiển thị. Điều này cho phép ESP32 phản hồi theo thời gian thực với mỗi

lượt người di chuyển qua cửa, phù hợp với yêu cầu của không gian nhỏ như phòng học hoặc cửa hàng.

- Trong trường hợp mất điện hoặc lỗi kết nối, ESP32 có thể tự khởi động lại và quay về trạng thái ban đầu, đảm bảo tính bền vững của hệ thống trong thời gian dài.
- Các trạng thái LED cũng được tự động đặt lại sau khi ESP32 khởi động lại, giữ cho hệ thống luôn đồng bộ.

#### **f) Bổ sung khía cạnh thực tế:**

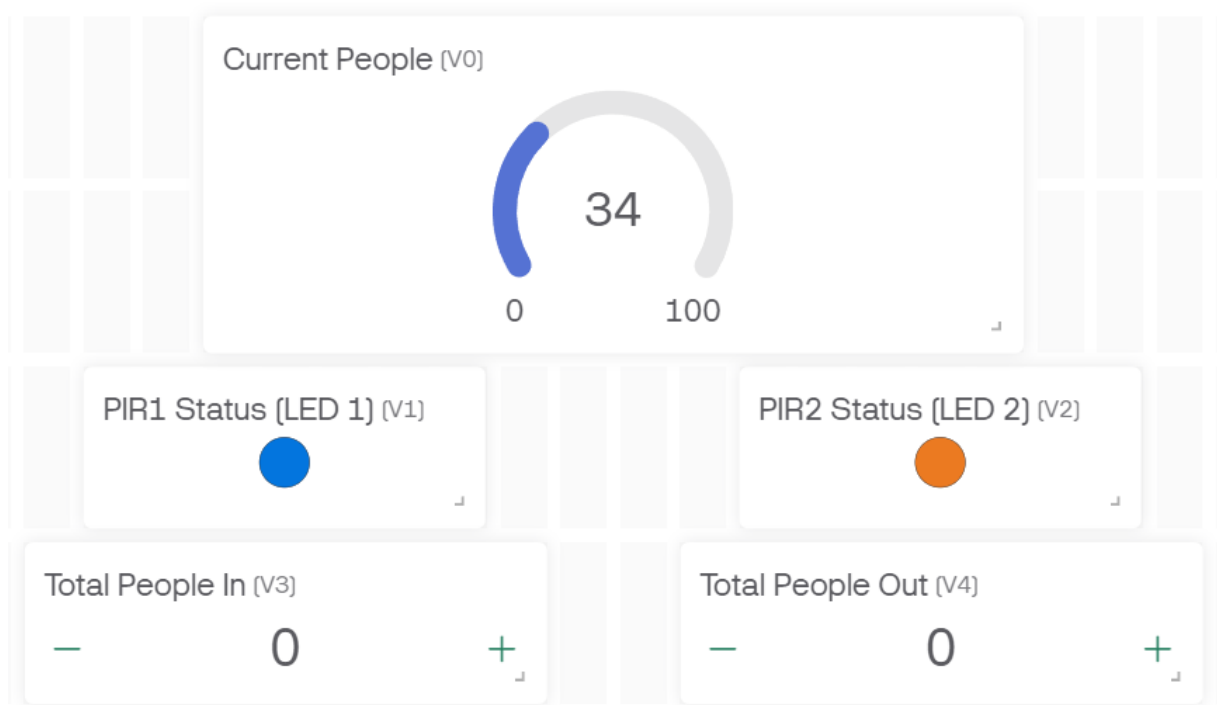
- Quy trình hoạt động này được tối ưu cho không gian nhỏ với một lối ra vào duy nhất, nơi người di chuyển tuần tự từng người một. Trong môi trường thực tế, hệ thống có thể đối mặt với các yếu tố như ánh sáng mạnh hoặc nhiệt độ cao làm ảnh hưởng đến cảm biến PIR.
- Do đó, việc bố trí cảm biến ở vị trí tránh nhiễu và điều chỉnh khoảng cách giữa pir1 và pir2 là cần thiết để đảm bảo tín hiệu được ghi nhận chính xác.
- Ngoài ra, màn hình OLED có thể hiển thị thêm thông tin phụ như thời gian hoạt động hoặc cảnh báo khi số người vượt quá giới hạn, tùy thuộc vào yêu cầu cụ thể của không gian.
- Hệ thống cũng có thể mở rộng để điều khiển thiết bị thông minh hoặc cảnh báo khi số lượng người vượt mức, kết hợp cùng đèn LED để trực quan hóa tình trạng cảnh báo.

## **2.4. Gửi thông tin bằng Blynk Console**

### **2.4.1. Thiết kế Web Dashboard trên Blynk Console**

#### **❖ Các thành phần cần thiết:**

- Gauge Widget: Biểu diễn số lượng người hiện tại trong khu vực dưới dạng đồng hồ đo.
- LED Widget: Báo hiệu khi có người ra/vào.
- Value Display Widget: Hiển thị tổng số người vào / ra



#### 2.4.2. Hoạt động của các thiết bị trên Blynk Console:

##### ❖ ESP32-DevKitC V4:

- Vai trò chính: Thu thập tín hiệu từ PIR, xử lý logic đếm người, hiển thị cục bộ trên OLED, và gửi dữ liệu lên Blynk qua WiFi.
- Kết nối với Blynk: Khi kết nối thành công, ESP32 gửi dữ liệu qua các Virtual Pins (V0-V4) với tần suất đều đặn, đảm bảo dashboard phản ánh trạng thái hệ thống. Đèn LED trên ESP32 cũng có thể được điều khiển từ Blynk để phản hồi trạng thái hệ thống.

##### ❖ Cảm biến PIR1 và PIR2:

- Vai trò: Phát hiện chuyển động và cung cấp tín hiệu nhị phân (HIGH/LOW) cho ESP32. PIR1 (esp:2) ghi nhận người vào trước, PIR2 (esp:14) ghi nhận người ra trước.
- Trên Blynk: Trạng thái của chúng được hiển thị qua hai widget LED (V1, V2). Khi một cảm biến kích hoạt (HIGH), đèn LED tương ứng sáng lên, giúp người dùng biết cảm biến nào đang hoạt động.

##### ❖ Màn hình OLED SSD1306:

- Vai trò cục bộ: Hiển thị số người hiện tại tại chỗ. OLED hoạt động độc lập với Blynk, cung cấp thông tin trực tiếp cho người dùng tại không gian nhỏ.

- Liên quan đến Blynk: Giá trị hiển thị trên OLED là bản sao của dữ liệu gửi lên V0.

### **2.4.3. Lợi ích của việc sử dụng Blynk Console trong hệ thống đếm người:**

- Giám sát từ xa: Người quản lý có thể theo dõi số lượng người trong khu vực từ bất kỳ đâu thông qua internet.
- Phản hồi tức thì: Hệ thống cung cấp thông tin theo thời gian thực, giúp phản ứng nhanh chóng với các tình huống.
- Tùy chỉnh linh hoạt: Blynk cho phép tùy chỉnh giao diện và chức năng theo nhu cầu cụ thể của người dùng. Có thể thay đổi màu sắc của đèn LED trên Blynk để phù hợp với các trạng thái khác nhau của hệ thống.

→ Việc tích hợp hệ thống đếm người với Blynk Console không chỉ nâng cao hiệu quả quản lý mà còn cung cấp công cụ mạnh mẽ cho việc giám sát và phân tích dữ liệu.

## **2.5. Mô phỏng và đánh giá**

### **2.5.1. Mô phỏng trên Wokwi**

#### **❖ Quy trình mô phỏng:**

- Kết nối phần cứng:
  - ESP32 DevKit V4: Đóng vai trò là vi điều khiển chính, nhận dữ liệu từ cảm biến PIR và điều khiển màn hình OLED. ESP32 cũng điều khiển các đèn LED (led1, led2) để phản ánh trạng thái số lượng người trong khu vực.
  - Cảm biến PIR1 và PIR2: Đặt ở lối vào và lối ra để phát hiện chuyển động của người. Khi PIR1 phát hiện người vào, đèn LED (led2) sẽ sáng lên, và khi PIR2 phát hiện người ra, đèn LED (led1) sẽ sáng lên.
  - Màn hình OLED SSD1306: Màn hình OLED hoạt động độc lập với Blynk, hiển thị số liệu trực tiếp từ ESP32 và cung cấp thông tin cho người quản lý về số lượng người trong không gian.
- Thiết lập phần mềm:
  - Lập trình ESP32: Sử dụng VSCode với thư viện Blynk để kết nối và giao tiếp với Blynk Cloud.

- **Cấu hình Blynk:** Tạo một dự án trên Blynk Console với các widget phù hợp để hiển thị dữ liệu từ ESP32. Trạng thái của cảm biến PIR sẽ được phản ánh trên dashboard thông qua các widget LED, cho phép người quản lý nhìn thấy trực quan cảm biến nào đang hoạt động (PIR1 hay PIR2) và có thể điều khiển các đèn LED từ xa.

→ Hoạt động của hệ thống dựa trên sự phối hợp giữa ESP32, PIR, OLED và đèn LED, với Blynk đóng vai trò gửi và hiển thị dữ liệu từ xa một cách chi tiết qua các widget.

#### ❖ **Kết quả mô phỏng:**

- Khi một người đi vào, cảm biến PIR1 kích hoạt và gửi tín hiệu đến ESP32. ESP32 tăng biến đếm và cập nhật số lượng người trên màn hình OLED cũng như trên Blynk Dashboard. Đồng thời, đèn LED (led2) sẽ sáng lên để báo hiệu người vào.
- Khi một người đi ra, cảm biến PIR2 hoạt động tương tự, giảm biến đếm và cập nhật thông tin tương ứng. Đèn LED (led1) sẽ sáng lên khi có người ra, đồng thời số lượng người trên màn hình OLED và Blynk Dashboard được giảm xuống.

#### **2.5.2. Đánh giá quá trình mô phỏng**

##### ❖ **Ưu điểm:**

- **Tính khả dụng cao:** Hệ thống dễ dàng triển khai trong các không gian nhỏ như phòng họp, lớp học. Các cảm biến PIR và đèn LED giúp theo dõi số lượng người ra vào một cách trực quan, với phản hồi từ đèn LED làm rõ trạng thái từng cảm biến (người vào hay người ra).
- **Giám sát từ xa:** Nhờ tích hợp với Blynk, người quản lý có thể theo dõi số lượng người từ xa qua ứng dụng di động hoặc web.
- **Chi phí thấp:** Sử dụng các linh kiện phổ biến và giá thành hợp lý, phù hợp với ngân sách hạn chế.

##### ❖ **Hạn chế:**

- **Độ chính xác trong môi trường đông đúc:** Khi có nhiều người di chuyển cùng lúc, hệ thống có thể gặp khó khăn trong việc đếm chính xác.

- Phụ thuộc vào kết nối mạng: Hệ thống yêu cầu kết nối Wi-Fi ổn định để hoạt động hiệu quả. Mất kết nối có thể dẫn đến gián đoạn trong việc cập nhật dữ liệu.

### III. KẾT LUẬN

Trong khuôn khổ đề tài, em đã nghiên cứu và phát triển hệ thống đếm người sử dụng vi điều khiển ESP32 kết hợp với cảm biến hồng ngoại PIR, màn hình OLED SSD1306, và đèn LED để cung cấp phản hồi trực quan. Hệ thống cho phép theo dõi số lượng người ra vào một không gian cụ thể, hiển thị thông tin trực quan trên màn hình OLED và đồng thời gửi dữ liệu đến Blynk Console để giám sát từ xa thông qua giao diện web.

#### ❖ Những kết quả đạt được:

- **Thiết kế và triển khai hệ thống:** Hệ thống được thiết kế với cấu trúc đơn giản nhưng hiệu quả, tận dụng khả năng kết nối Wi-Fi của ESP32 để truyền dữ liệu đến Blynk Console, cho phép giám sát từ xa một cách thuận tiện. Đèn LED đã được tích hợp để phản hồi trạng thái của các cảm biến PIR, giúp người dùng dễ dàng nhận diện trạng thái hoạt động của hệ thống.

- **Tính chính xác và độ tin cậy:** Qua quá trình thử nghiệm, hệ thống cho thấy khả năng đếm chính xác số lượng người ra vào, với độ trễ thấp và khả năng cập nhật dữ liệu theo thời gian thực.

- **Giao diện trực quan trên Blynk Console:** Việc tích hợp với Blynk Console giúp người dùng dễ dàng theo dõi thông tin thông qua các widget như Label, Gauge và LED, cung cấp cái nhìn tổng quan về tình trạng hiện tại và lịch sử của không gian được giám sát.

#### ❖ Hạn chế và hướng phát triển:

- Độ chính xác của việc đếm người có thể bị ảnh hưởng nếu nhiều người ra/vào cùng lúc hoặc khi môi trường có nhiều nhiệt, ánh sáng mạnh làm sai lệch tín hiệu từ cảm biến PIR. Tuy nhiên, việc bổ sung đèn LED giúp dễ dàng nhận biết trạng thái của các cảm biến, hỗ trợ người dùng phát hiện sự cố khi hệ thống không hoạt động chính xác.



- Hệ thống hiện tại chủ yếu tập trung vào việc đếm số lượng người. Trong tương lai, có thể tích hợp thêm các chức năng như nhận diện khuôn mặt, phân loại đối tượng (người lớn, trẻ em), hoặc kết hợp với hệ thống an ninh để nâng cao tính ứng dụng.

#### ❖ **Kết luận chung:**

- Hệ thống đếm người sử dụng ESP32 và cảm biến PIR là một giải pháp hiệu quả, kinh tế và dễ triển khai cho việc giám sát số lượng người trong một không gian nhất định. Việc tích hợp với Blynk Console không chỉ giúp giám sát từ xa mà còn mở ra khả năng mở rộng và tùy chỉnh theo nhu cầu cụ thể. Đây là nền tảng vững chắc cho các nghiên cứu và ứng dụng tiếp theo trong lĩnh vực tự động hóa và IoT.

#### **IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] SmartRetail Phương Đình. (2024, ngày 8 tháng 5). Camera đếm người thông minh thống kê lưu lượng khách hàng. SmartRetail. Truy cập ngày 31 tháng 3 năm 2025, từ <https://smartretail.com.vn/camera-dem-nguoi-cam-bien-nguoi-di-qua/>
- [2] Minh Hoàng (2020, ngày 25 tháng 11). Camera Đếm Người. SunOcean. Truy cập ngày 31 tháng 3 năm 2025, từ <https://helpdesk.sunoocean.com.vn/kb/camera-dem-nguoi/>
- [3] KNX Store. (n.d.). *PIR Sensor là gì?*. Truy cập ngày 31 tháng 3 năm 2025, từ <https://knxstore.vn/blogs/cam-bien/pir-sensor-la-gi>
- [4] Linh Kiện Tốt. Bảng mạch chuyên dụng ESP32-DevKitC ESP32 ESP32-WROOM-32D ESP32-WROOM-32U cho Arduino. Truy cập ngày 31 tháng 3 năm 2025, từ <https://www.linhkientot.vn/products/bang-mach-chuyen-dung-esp32-devkitc-esp32-esp32-wroom-32d-esp32-wroom-32u-cho-arduino>

