

ĐẠI HỌC HUẾ  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC  
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

TIỂU LUẬN

Đề tài:

CẢM BIẾN Đếm NGƯỜI TRONG KHÔNG GIAN NHỎ

Sinh viên thực hiện:

Nguyễn Hoàng Anh Tú

Khóa:

K45 - Hệ chính quy

Huế, tháng 4 – năm 2025

ĐẠI HỌC HUẾ  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC  
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

TIỂU LUẬN

Đề tài:

CẢM BIẾN Đếm NGƯỜI TRONG KHÔNG GIAN NHỎ

Sinh viên thực hiện:	Nguyễn Hoàng Anh Tú
Khóa:	K45 - Hệ chính quy
Giảng viên hướng dẫn:	ThS. Võ Việt Dũng

Huế, tháng 4 – năm 2025

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến quý Thầy Cô Khoa công nghệ thông tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế đã tận tình dạy dỗ, hướng dẫn và dẫn dắt em trong suốt quá trình em được theo học tại trường. Các Thầy Cô là nguồn động lực to lớn giúp em kiên trì theo đuổi đam mê của em cho đến bây giờ.

Trước hết, em xin gửi lời cảm ơn đến tất cả thầy cô ở trường Đại Học Khoa Học Huế. Những kiến thức và kỹ năng quý giá mà thầy cô truyền đạt đã giúp em nắm bắt được nền tảng kiến thức chuyên môn vững chắc và phát triển khả năng sáng tạo.

Đặc biệt, em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến Thầy Võ Việt Dũng, là giảng viên hướng dẫn em trong quá trình học tập Học phần Phát triển ứng dụng IoT. Trong quá trình học và làm Tiểu luận, thầy đã tận tình hỗ trợ, giải đáp các thắc mắc, đóng góp ý kiến để em có thể hoàn thành Tiểu luận một cách tốt nhất so với những gì đã đặt ra.

Một lần nữa, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc và tri ân đến tất cả thầy cô và bạn bè. Em xin gửi đến tất cả mọi người lời chúc sức khỏe, thành công và hạnh phúc.

Em xin chân thành cảm ơn!

Huế, tháng 4 năm 2025

Sinh viên

Nguyễn Hoàng Anh Tú

## TÓM TẮT

Ngày nay, với sự phát triển vượt bậc của khoa học và công nghệ, đặc biệt là trong bối cảnh Cách mạng Công nghiệp 4.0, các thiết bị điện tử thông minh đang ngày càng được ứng dụng rộng rãi vào đời sống. Những tiến bộ trong lĩnh vực kỹ thuật và công nghệ thông tin đã tạo ra các hệ thống tự động hóa giúp tối ưu hóa công việc, tiết kiệm thời gian, nâng cao hiệu quả quản lý và giám sát. Trong đó, công nghệ Internet of Things (IoT) đóng vai trò đặc biệt quan trọng khi cho phép các thiết bị kết nối, trao đổi dữ liệu với nhau và với con người một cách linh hoạt, từ đó mở ra nhiều hướng phát triển mới trong các lĩnh vực như nhà thông minh, giao thông, nông nghiệp, y tế, và giáo dục.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế trong việc quản lý không gian nhỏ một cách hiệu quả, đề tài “Cảm biến không gian nhỏ với ESP32” được xây dựng nhằm tạo ra một hệ thống giám sát số lượng người ra vào một khu vực cụ thể. Hệ thống sử dụng cảm biến hồng ngoại để phát hiện chuyển động khi có người đi qua, kết hợp với vi điều khiển ESP32 để xử lý dữ liệu và hiển thị kết quả lên màn hình điện tử. Toàn bộ mô hình hoạt động theo thời gian thực, giúp người quản lý dễ dàng theo dõi số lượt ra/vào, từ đó hỗ trợ các quyết định về điều phối không gian hoặc kiểm soát lưu lượng người trong môi trường có diện tích giới hạn như phòng học, phòng làm việc, thư viện, hoặc các khu vực cần kiểm soát số lượng người. Mô hình có ưu điểm là chi phí thấp, dễ triển khai, tiêu thụ điện năng ít, phù hợp với định hướng phát triển các giải pháp công nghệ thông minh trong thời đại số.

### **Nội dung chính của đề tài:**

- Sử dụng vi điều khiển mạch ESP32 để làm khối điều khiển trung tâm chính
- Cảm biến hồng ngoại thụ động PIR sensor (Passive infrared sensor) cảm nhận sự hiện diện của con người để truyền tín hiệu vào trung tâm chính
- Màn hình OLED SSD1306 dùng để hiển thị số lượt người vào ra từ cảm biến hồng ngoại đo được

- Dựa vào những nội dung được học ở học phần “Phát triển ứng dụng IoT” ứng dụng các thiết bị vào Đề tài “Cảm biến không gian nhỏ với ESP32” giám sát số lượt người ra vào trong một khu vực cụ thể

## I. Mục Lục

<b>I. Mục Lục</b>	<b>2</b>
<b>II. Phần mở đầu</b>	<b>3</b>
1. Đặt vấn đề	3
2. Mục tiêu	3
3. Nội dung nghiên cứu	4
4. Giới hạn	4
5. Bố cục	4
<b>III. Phần nội dung</b>	<b>5</b>
1. Cơ sở lý thuyết	5
1.1 Tổng quan về IoT	5
1.2 Vi điều khiển ESP32	6
1.3 Cảm biến PIR	9
1.4 Màn hình OLED SSD1306	10
1.5 Blynk và Telegram bot	10
1.6 Các kiến thức nền tảng khác	14
2. Phân tích và thiết kế hệ thống	15
2.1 Phân tích hệ thống	15
2.2 Các chức năng	16
2.3 Phân cứng	16
2.4 Nguyên lý kết nối	17
2.5 Nguyên lý hoạt động	17
3. Triển khai hệ thống	17
3.1 Quá trình lắp ráp hệ thống	17
3.3 Xử lý dữ liệu cảm biến	19
3.4 Hiển thị dữ liệu trên màn hình OLED	19
3.5 Gửi dữ liệu lên Blynk và Telegram bot	19
4. Kết quả và đánh giá	20

4.1 Thử nghiệm hệ thống thông qua giả lập .....	20
4.2 Đánh giá hiệu quả hoạt động .....	24
4.3 Nêu ra các điểm hạn chế .....	26
5. Kết luận và phương hướng phát triển .....	27
5.1 Kết luận .....	27
5.2 Đề xuất các phương hướng phát triển .....	27
IV. Tài liệu tham khảo .....	29

## II. Phần mở đầu

### 1. Đặt vấn đề

Trong thời đại công nghệ số phát triển không ngừng như hiện nay, việc ứng dụng các thiết bị nhận diện và giám sát thông minh ngày càng được quan tâm và triển khai rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của đời sống. Đặc biệt, tại các môi trường như trường học (phòng học, thư viện, căng tin), cơ quan hành chính, phòng làm việc hay những không gian nhỏ có lượng người ra vào thường xuyên, nhu cầu kiểm soát số lượng người trở nên vô cùng cần thiết. Các thiết bị hỗ trợ theo dõi và đếm người không chỉ giúp nâng cao hiệu quả quản lý, mà còn góp phần đảm bảo an toàn, tiết kiệm năng lượng và hướng đến một hệ thống vận hành hiện đại, thông minh hơn.

Với mong muốn tìm hiểu sâu hơn về công nghệ IoT – một lĩnh vực đang phát triển mạnh mẽ và có tính ứng dụng thực tiễn cao – em đã lựa chọn thực hiện tiểu luận với đề tài: “Cảm biến đếm người trong không gian nhỏ với ESP32”. Đây không chỉ là cơ hội để em tiếp cận và nghiên cứu một giải pháp công nghệ phù hợp với khả năng cá nhân, chi phí vừa phải, mà còn giúp em vận dụng kiến thức đã học vào thực hành một cách cụ thể và thiết thực. Thông qua đề tài này, em hy vọng có thể xây dựng một mô hình có tính ứng dụng cao, đơn giản nhưng hiệu quả, góp phần làm quen với việc thiết kế hệ thống IoT từ khâu ý tưởng đến triển khai thực tế. Đồng thời, đề tài cũng là bước đệm quan trọng để em tiếp tục phát triển và mở rộng kiến thức trong lĩnh vực công nghệ thông tin và kỹ thuật số trong tương lai.

### 2. Mục tiêu

Thiết kế và xây dựng một hệ thống giám sát số lượt người ra vào trong một không gian cụ thể bằng cách sử dụng vi điều khiển ESP32 kết hợp với cảm biến hồng ngoại thụ động PIR và màn hình OLED SSD1306. Hệ thống cho phép hiển thị trực

tiếp số lượng người ra/vào tại vị trí lắp đặt thông qua màn hình OLED, giúp người quản lý dễ dàng theo dõi thông tin một cách trực quan. Hệ thống còn có khả năng truyền dữ liệu từ xa thông qua nền tảng IoT như Blynk hoặc BOT chat của Telegram, giúp người dùng theo dõi thông tin.

Tìm hiểu quá trình truyền nhận dữ liệu từ cảm biến PIR đến mạch ESP32, từ mạch ESP32 đến màn hình OLED SSD1306, quá trình xây dựng và hoạt động của Blynk và BOT chat của Telegram

### **3. Nội dung nghiên cứu**

Đề tài “Cảm biến đếm người trong không gian nhỏ với ESP32” có các nội dung nghiên cứu như sau:

- Tìm hiểu tổng quan về IoT và ứng dụng trong việc xây dựng hệ thống hay thiết bị giám sát từ xa
- Tìm hiểu và sử dụng vi điều khiển ESP32
- Tìm hiểu và sử dụng cảm biến hồng ngoại thụ động PIR
- Tìm hiểu và sử dụng màn hình OLED SSD1306
- Xây dựng việc theo dõi từ xa qua nền tảng IoT (Blynk và BOT chat Telegram)

### **4. Giới hạn**

Đề tài “Cảm biến đếm người trong không gian nhỏ với ESP32” có những giới hạn như sau:

- Độ chính xác phụ thuộc nhiều vào điều kiện thực tế: vì cảm biến PIR chỉ phát hiện được các chuyển động, trong trường hợp số lượng người ra vào nhiều hoặc đi sát nhau sẽ gây ra tình trạng đếm dư hoặc đếm thừa
- Áp dụng được với không gian nhỏ như văn phòng, thư viện trường, cơ quan nhỏ
- Phụ thuộc nhiều vào kết nối mạng nếu muốn giám sát từ xa
- Giới hạn về giao diện hiển thị trực tiếp vì màn hình OLED khá nhỏ

### **5. Bố cục**

Nội dung của đề tài gồm các phần sau:

#### **1. Cơ sở lý thuyết**

- Tổng quan về IoT
- Vi điều khiển ESP32

- Cảm biến PIR
- Màn hình OLED SSD1306
- Blynk và Telegram bot
- Các kiến thức nền tảng khác

## 2. Phân tích và thiết kế hệ thống

- Phân tích hệ thống
- Sơ đồ các chức năng
- Phân cứng
- Nguyên lý kết nối
- Nguyên lý hoạt động

## 3. Triển khai hệ thống

- Quá trình lắp ráp hệ thống
- Lập trình trên ESP32
- Xử lý dữ liệu cảm biến
- Hiển thị dữ liệu lên màn hình OLED
- Gửi dữ liệu lên Blynk và Telegram bot

## 4. Kết quả và đánh giá

- Thử nghiệm hệ thống thông qua giả lập
- Đánh giá hiệu quả hoạt động
- Nêu ra các điểm hạn chế

## 5. Kết luận và phương hướng phát triển

- Kết luận
- Đề xuất các phương hướng phát triển

# III. Phần nội dung

## 1. Cơ sở lý thuyết

### 1.1 Tổng quan về IoT

Trong thời đại công nghệ số và cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, **Internet of Things (IoT)** – hay còn gọi là **Internet vạn vật** – đã trở thành một trong những xu hướng công nghệ nổi bật và có ảnh hưởng sâu rộng đến mọi mặt của đời sống xã hội. IoT đề cập đến mạng lưới các thiết bị vật lý như cảm biến, vi điều khiển, máy móc,... được tích hợp công nghệ kết nối Internet để thu thập, trao đổi và xử lý dữ liệu một cách tự động mà không cần sự can thiệp trực tiếp của con người.



Một hệ thống IoT điển hình bao gồm bốn lớp chính:

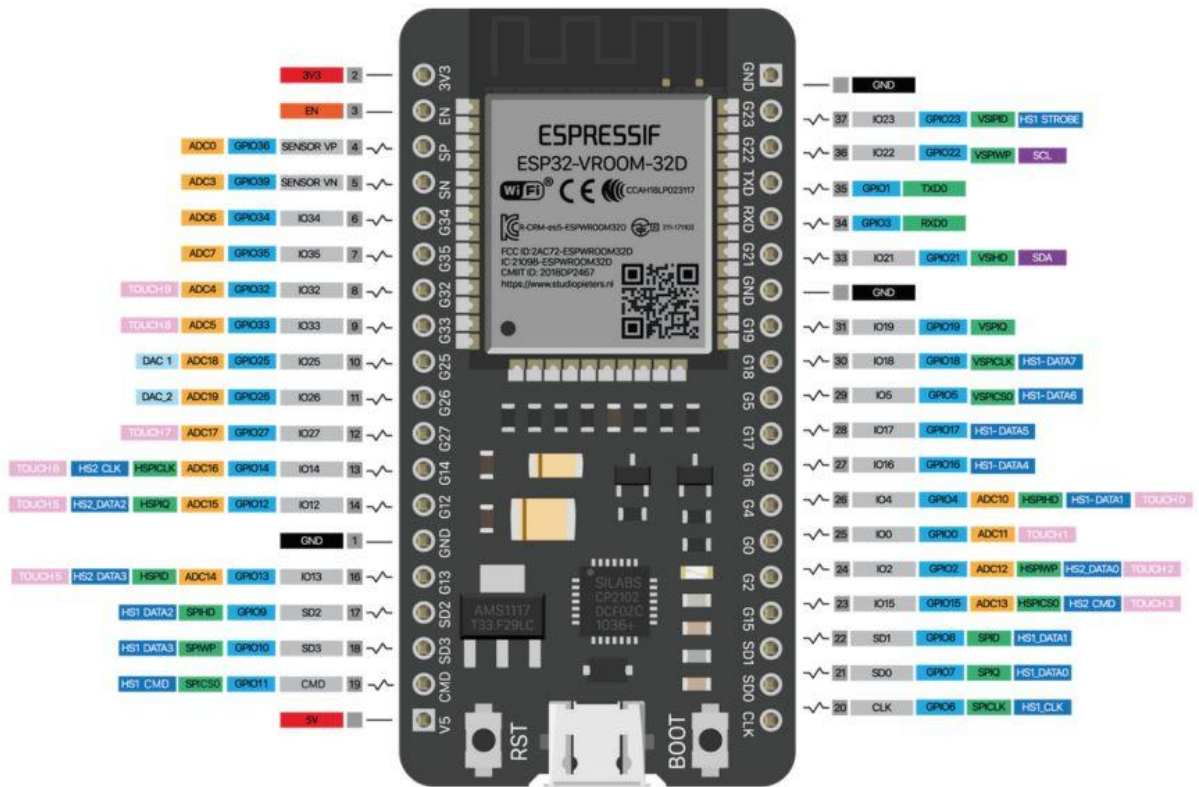
- **Tầng cảm nhận (Perception Layer):** Bao gồm các thiết bị cảm biến và thu thập dữ liệu từ môi trường thực như ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm, chuyển động,...
- **Tầng mạng (Network Layer):** Chịu trách nhiệm truyền tải dữ liệu thu được từ các thiết bị cảm biến đến trung tâm xử lý thông qua các kết nối như Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee hoặc mạng di động 3G/4G/5G.
- **Tầng xử lý (Processing Layer):** Là nơi xử lý, lưu trữ và phân tích dữ liệu. Dữ liệu có thể được xử lý tại chỗ (Edge Computing) hoặc trên nền tảng điện toán đám mây (Cloud Computing).
- **Tầng ứng dụng (Application Layer):** Là nơi hiển thị thông tin và cung cấp dịch vụ cho người dùng. Các ứng dụng phổ biến của IoT bao gồm nhà thông minh, nông nghiệp thông minh, y tế, công nghiệp tự động, thành phố thông minh,...

IoT không chỉ giúp con người tương tác hiệu quả hơn với môi trường xung quanh, mà còn nâng cao khả năng tự động hóa, giám sát, tiết kiệm chi phí vận hành và tăng cường chất lượng cuộc sống. Đặc biệt, với sự phát triển nhanh chóng của các nền tảng như Blynk, Telegram, Google Firebase,... việc xây dựng các mô hình IoT trở nên đơn giản, dễ tiếp cận hơn với sinh viên, người học và cả những người đam mê công nghệ.

## 1.2 Vi điều khiển ESP32

### 1.2.1 Khái niệm:

ESP32 là một vi điều khiển tích hợp Wi-Fi và Bluetooth được phát triển bởi Espressif Systems. Đây là phiên bản nâng cấp của ESP8266 với nhiều tính năng vượt trội hơn như tốc độ xử lý cao hơn, nhiều chân I/O hơn, và hỗ trợ Bluetooth BLE. ESP32 rất được ưa chuộng trong các ứng dụng IoT nhờ khả năng kết nối mạng mạnh mẽ, tiêu thụ điện năng thấp và cộng đồng hỗ trợ rộng lớn. Trong đề tài này, ESP32 đóng vai trò trung tâm điều khiển, tiếp nhận dữ liệu từ cảm biến và điều khiển màn hình hiển thị cũng như kết nối với các nền tảng trực tuyến như Blynk hoặc Telegram Bot



1.2.1.a Hình ảnh minh họa và sơ đồ chân của Vi điều khiển ESP32

### 1.2.2 Cấu trúc và một số đặc điểm nổi bật:

- CPU: Dual-core hoặc single-core Tensilica LX6, xung nhịp tối đa 240 MHz
- RAM: Tối đa 520 KB SRAM
- Flash: Tùy loại module, thường 4MB
- Wi-Fi: Chuẩn 802.11 b/g/n
- Bluetooth: v4.2 BR/EDR và BLE
- Hỗ trợ nhiều chuẩn giao tiếp: UART, SPI, I2C, I2S, PWM, ADC, DAC...

### 1.2.3 Các chân ra vào dữ liệu:

Bản thân Vi điều khiển ESP32 được nhà sản xuất phát triển với số lượng chân kết nối nhiều đảm bảo nhu cầu của người sử dụng, tuy vậy không phải các chân kết nối có thể sử dụng một cách tự do. Một số chân có chức năng đặc biệt hay giới hạn các chức năng khi khởi động như sau:

Các chân nguồn:

Tên chân kết nối	Chức năng chính	Ghi chú
3V3	Cấp nguồn cho các module khác	Đầu ra dòng điện 3.3V cho các thiết bị, không nhận dữ liệu vào
V5	Cấp nguồn 5V đầu vào	Đầu ra dòng điện 5V cho các thiết bị vào, cấp thông qua USB hoặc chân này, không nhận dữ liệu
GND	Chân nối đất (mass)	Bắt buộc phải nối để mạch có thể hoạt động ổn định
EN	Enable (EN)	Kéo xuống chân GND để reset nguồn thông qua nút bấm EN ngay trên vi điều khiển

Các chân vào/ra:

GIPO	Chức năng phổ biến	Ghi chú
0	Digital I/O, ADC, Touch, Strapping Pin	Kéo GND khi upload code
1	UART0 TX	Giao tiếp Serial (TX)
2	Digital I/O, PWM, ADC	Mặc định kết nối led tích hợp
3	UART0 RX	Giao tiếp Serial (RX)
4	I2C SDA, Digital I/O, ADC, PWM	Có thể dùng làm SDA cho OLED
5	I2C SCL, Digital I/O, ADC, PWM	Có thể dùng làm SCL cho OLED
12	Digital I/O, ADC	Tránh dùng khi boot
13 - 15	Digital I/O, ADC, PWM	Sử dụng thoải mái
16, 17	Digital I/O	Dùng các thiết bị điều khiển
18 – 19	SPI (MOSI/MISO), Digital I/O	Giao tiếp với các thiết bị

		SPI
21	I2C SDA, Digital I/O, PWM, ADC	Chân SDA mặc định, dùng nhiều với màn hình OLED
22	I2C SCL, Digital I/O, PWM, ADC	Chân SCL mặc định, dùng nhiều với màn hình OLED
23	SPI SCK, Digital I/O	Giao tiếp SPI
25, 26	DAC1, DAC2 – Xuất tín hiệu Analog	Dùng để điều khiển thiết bị analog
27, 32, 33	Digital I/O, ADC	Thường dùng cho cảm biến, nút nhấn
34 - 39	Chỉ Input, ADC	Dùng đọc cảm biến, không xuất tín hiệu được

### 1.3 Cảm biến PIR

#### 1.3.1 Khái niệm và nguyên lý hoạt động:

PIR (Passive Infrared Sensor) là loại cảm biến hồng ngoại thụ động có khả năng phát hiện chuyển động của con người hoặc động vật bằng cách nhận biết sự thay đổi nhiệt độ hồng ngoại phát ra từ cơ thể. Cảm biến PIR không phát ra sóng, mà chỉ tiếp nhận và xử lý tín hiệu nhiệt độ thay đổi trong vùng quét của nó. Trong đề tài này, cảm biến PIR được sử dụng để đếm số lượt người ra vào không gian nhỏ. Khi có người đi qua, cảm biến phát hiện chuyển động và gửi tín hiệu đến vi điều khiển ESP32 để xử lý.



Cảm biến hồng ngoại PIR

### 1.3.2 Sơ đồ chân:

Cảm biến PIR thường có 3 chân chính:

Tên chân kết nối	Chức năng chính	Ghi chú
VCC	Cấp nguồn dương	3V3 (nên dùng 3.3V để an toàn)
GND	Chân dùng nối đất	
OUT	Chân đầu ra tín hiệu	HIGH khi phát hiện chuyển động LOW khi không phát hiện chuyển động

## 1.4 Màn hình OLED SSD1306

### 1.4.1 Khái niệm:

OLED SSD1306 là một loại màn hình hiển thị nhỏ gọn, có độ phân giải phổ biến là 128x64 pixel, sử dụng giao tiếp I2C hoặc SPI với vi điều khiển. Màn hình OLED có ưu điểm là hiển thị rõ nét, tiêu thụ ít điện năng và dễ tích hợp với các vi điều khiển như Arduino hay ESP32. Trong đề tài, màn hình OLED được sử dụng để hiển thị trực quan số lượt người ra và vào, giúp người dùng dễ dàng theo dõi ngay tại chỗ.

### 1.4.2 Sơ đồ chân:

Màn hình OLED SSD1306 với giao tiếp I2C thường có 4 chân

Tên chân kết nối	Chức năng chính	Ghi chú
VCC	Cấp nguồn dương	3V3 (nên dùng 3.3V để an toàn)
GND	Chân nối đất	
SDA	Chân dữ liệu nối tiếp	GPIO21 (mặc định SDA của ESP32)
SCL	Chân xung đồng hồ	GPIO22 (mặc định SCL của ESP32)

## 1.5 Blynk và Telegram bot

### 1.5.1 Blynk

#### 1.5.1.1 Khái niệm:

Blynk là một nền tảng IoT mã nguồn mở giúp người dùng dễ dàng xây dựng giao diện ứng dụng di động để điều khiển và theo dõi thiết bị phần cứng như ESP32,

ESP8266, Arduino,... chỉ với vài thao tác kéo thả đơn giản. Blynk hỗ trợ kết nối qua WiFi, Ethernet, hoặc mạng di động.

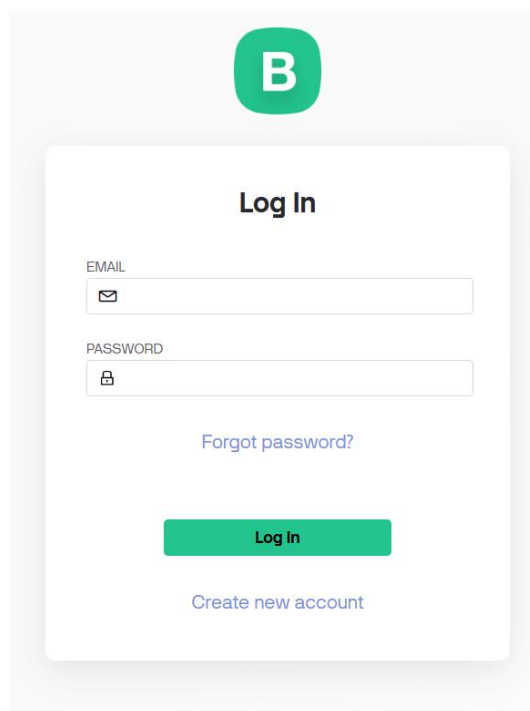
#### 1.5.1.2 Vai trò trong đề tài:

- Hiển thị số lượng người ra và vào một cách trực quan ngay trên smartphone.
- Theo dõi từ xa trạng thái không gian (số người trong phòng) mọi lúc, mọi nơi.
- Có thể kết hợp gửi cảnh báo, thông báo nếu số người vượt quá giới hạn (nâng cao).
- Hỗ trợ hiển thị dạng biểu đồ, dữ liệu thời gian thực, rất phù hợp cho IoT.

#### 1.5.1.3 Cấu hình:

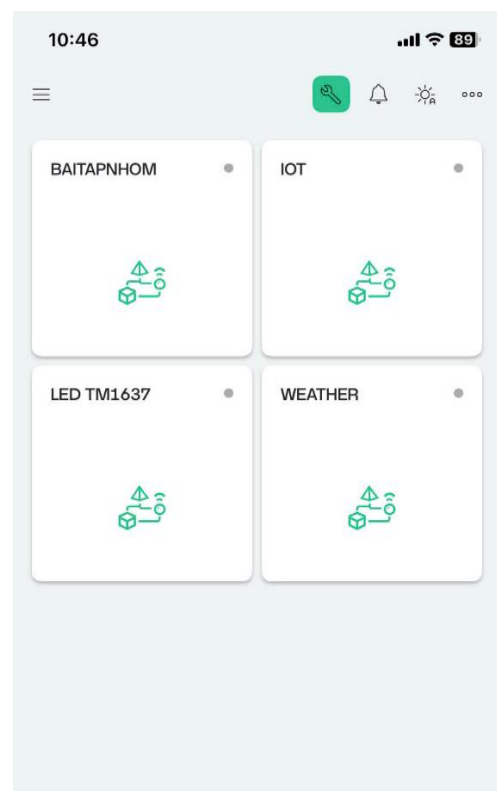
Bước 1: Tạo tài khoản ở trang web

<https://blynk.cloud>

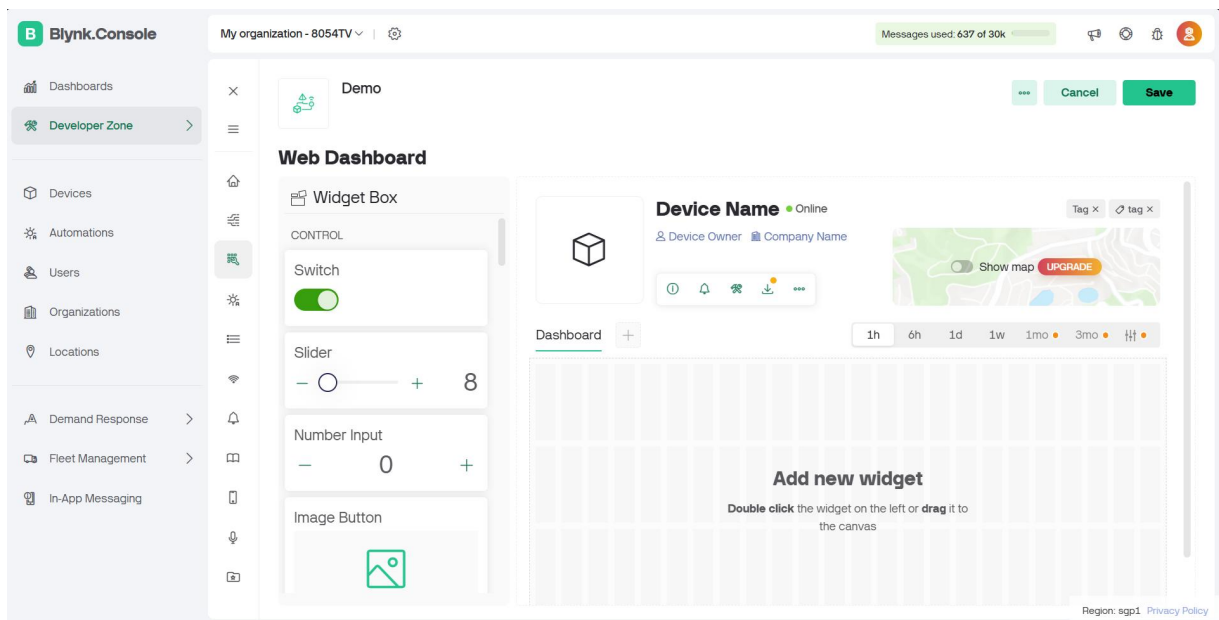
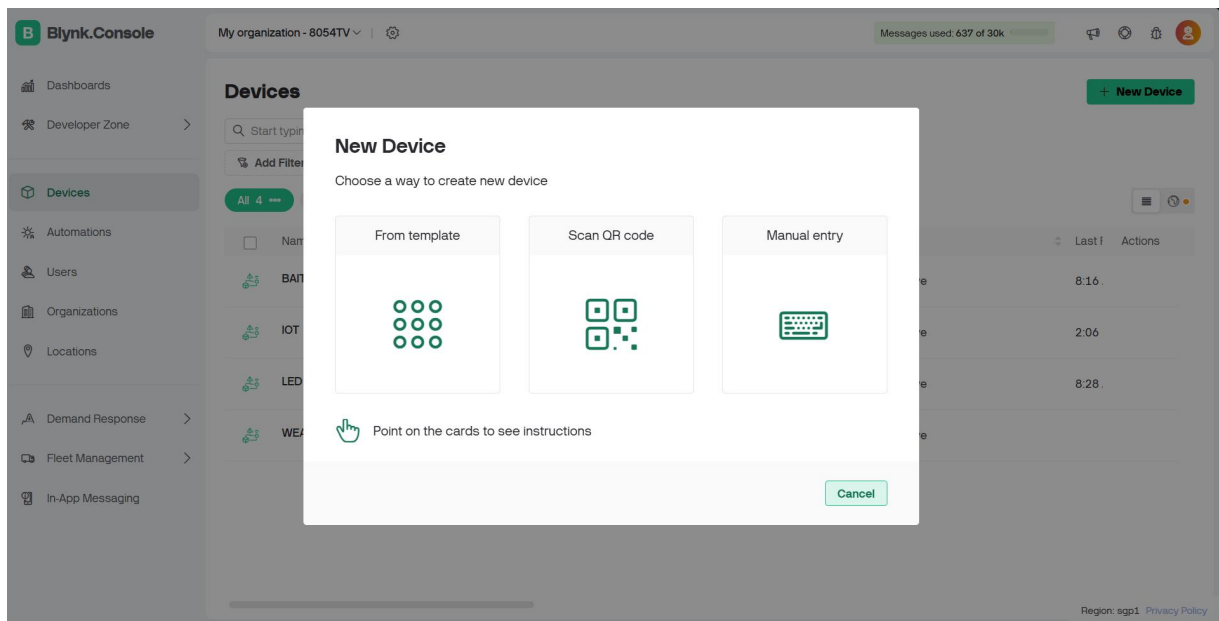


Bước 3: Tải app Blynk ở điện thoại

(android/ios) hoặc có thể sử dụng ngay ở web



Bước 2: Tạo các mẫu và thiết bị để nhận BLYNK\_AUTH\_TOKEN



#### 1.5.1.4 Mô tả hoạt động:

- ESP32 sẽ nhận dữ liệu từ cảm biến PIR
- Dữ liệu được xử lý (đếm lượt ra/vào)
- Thông tin sẽ được gửi đến Blynk thông qua wifi
- Ứng dụng Blynk ở điện thoại hay web sẽ nhận được dữ liệu

#### 1.5.1.5 Các thư viện sử dụng và lưu ý

Các thư viện sử dụng: BlynkSimpleEsp32.h, WiFi.h

Lưu ý:

- Blynk không dùng các chân vật lý vì tất cả dữ liệu được gửi thông qua wifi
- Dữ liệu sẽ được gán vào các chân V0, V1, V2,...

## 1.5.2 Telegram bot

### 1.5.2.1 Khái niệm:

Telegram Bot là một công cụ API mạnh mẽ được cung cấp bởi Telegram, cho phép các thiết bị hoặc phần mềm gửi và nhận tin nhắn tự động thông qua các Bot cá nhân hoá. Telegram hỗ trợ mã hóa, bảo mật cao và miễn phí hoàn toàn.

### 1.5.2.2 Vai trò trong đề tài:

- Gửi tin nhắn thông báo tự động đến người dùng mỗi khi có người ra/vào.
- Cập nhật số lượng người hiện có trong không gian nhỏ.
- Có thể mở rộng để nhận lệnh điều khiển từ người dùng, ví dụ: “/status” để xem tình trạng hiện tại.

### 1.5.2.3 Cấu hình:

- Tạo bot với @BotFather trong Telegram → nhận BOT TOKEN.
- Lấy Chat ID người nhận thông báo qua trang như  
<https://api.telegram.org/bot<TOKEN>/getUpdates>
- Cài thư viện UniversalTelegramBot.h, WiFiClientSecure.h

### 1.5.2.4 Mô tả hoạt động

- Cảm biến gửi tín hiệu đến ESP32 khi phát hiện có người đi qua
- ESP32 xử lý và gửi thông tin qua Internet đến máy chủ Telegram
- Người dùng sẽ nhận được tin nhắn dạng:  
“Có 1 người vừa vào phòng. Tổng số lượt Vào/Ra hiện tại là: Vào: 55 Ra: 54”

### 1.5.2.5 Lưu ý:

- Hoạt động thông qua HTTPS
- Không cần kết nối vật lý ở ESP32
- Cần internet ổn định để gửi/nhận tin

## 1.5.3 So sánh sự khác nhau giữa Blynk và Telegram Bot:

Bảng so sánh theo các tiêu chí:

Yếu tố	Blynk	Telegram bot
Giao tiếp	Wifi – Blynk cloud	Wifi – Telegram Sever (HTTPS)
Vai trò	Hiển thị trực quan, điều khiển	Tin nhắn tự động



Ứng dụng sử dụng	Android/IOS/Desktop	Android/IOS/Desktop
Đầu vào/đầu ra phần cứng	Không cần chân vật lý	Không cần chân vật lý
Khả năng mở rộng	Biểu đồ, hẹn giờ, nhiều widget	Chat bot tương tác, automation
Khả năng triển khai	Cao	Trung bình (cần token/chatID)

## 1.6 Các kiến thức nền tảng khác

### 1.6.1 Lựa chọn phần mềm lập trình: Visual Studio Code (VS Code)

Giới thiệu:

- Visual Studio Code (VS Code) là trình soạn thảo mã nguồn nhẹ, mã nguồn mở, hỗ trợ rất tốt cho lập trình vi điều khiển.
- Cho phép cài đặt thêm tiện ích mở rộng để hỗ trợ lập trình Arduino, ESP32, debug, nạp chương trình,...

Ưu điểm:

- Giao diện thân thiện, tùy biến cao.
- Tích hợp nhiều Extension hữu ích.
- Hỗ trợ nhiều hệ điều hành (Windows, Linux, macOS).

Lựa chọn các Extension:

- PlatformIO IDE:
  - PlatformIO IDE là một extension tích hợp cho Visual Studio Code giúp bạn dễ dàng viết code, biên dịch, upload và debug cho các board IoT như Arduino, ESP8266/ESP32,...
  - Hỗ trợ nhiều loại bo mạch: Dễ nhận diện và cấu hình
  - Tự động build và upload
  - Quản lý thư viện tốt: Cài đặt và cập nhật qua Library Manager
  - Hỗ trợ nhiều ngôn ngữ: Python, C/C++,...
  - Hỗ trợ test các project như các phần mềm chuyên nghiệp
- C/C++:
  - Là ngôn ngữ nền tảng của phần lớn thiết bị IoT

- Hiệu năng cao, tiêu thụ ít tài nguyên
  - Khả năng thao tác cấp thấp với phần cứng
  - Dễ tích hợp với các thư viện có sẵn
  - Dễ debug, triển khai trong môi trường nhúng
- Chuẩn I2C: I2C (Inter-Integrated Circuit) là một chuẩn giao tiếp nối tiếp đồng bộ dùng để truyền dữ liệu giữa vi điều khiển (MCU) và các thiết bị ngoại vi:

Đặc điểm	Mô tả
Số dây	Chỉ cần 2 dây là SDA (Data) & SCL (Clock)
Cấu trúc Master – Slave	Một Master điều khiển, nhiều Slave
Địa chỉ	Mỗi thiết bị Slave có nhiều địa chỉ riêng
Truyền song công	Truyền và nhận nhiều dữ liệu một lúc
Hỗ trợ đa thiết bị	Dễ dàng kết nối nhiều thiết bị cùng một lúc

## 2. Phân tích và thiết kế hệ thống

### 2.1 Phân tích hệ thống

Hệ thống đếm người trong không gian nhỏ sử dụng ESP32 được xây dựng nhằm phục vụ việc giám sát số lượt người ra/vào tại các khu vực như phòng học, phòng làm việc, thư viện hoặc các khu vực có diện tích hạn chế. Thay vì giám sát thủ công, hệ thống sử dụng cảm biến hồng ngoại để phát hiện chuyển động, từ đó xử lý và hiển thị dữ liệu qua màn hình OLED hoặc gửi đến thiết bị từ xa.

Hệ thống bao gồm:

- **Thiết bị đầu vào:** cảm biến PIR phát hiện chuyển động người đi qua.
- **Thiết bị xử lý trung tâm:** ESP32 tiếp nhận tín hiệu, xử lý đếm và điều khiển hiển thị.
- **Thiết bị đầu ra:** màn hình OLED SSD1306 hiển thị kết quả; gửi dữ liệu lên Blynk hoặc Telegram.
- **Thiết bị kết nối mạng:** ESP32 tích hợp WiFi hỗ trợ gửi dữ liệu đến nền tảng IoT.
- **Nguồn cấp:** sử dụng nguồn 5V từ cáp USB hoặc adapter.

## 2.2 Các chức năng

Hệ thống được chia thành các chức năng chính sau:

- **Phát hiện chuyển động:** Cảm biến PIR nhận biết có người ra hoặc vào qua khu vực cảm biến.
- **Xử lý dữ liệu:** ESP32 nhận tín hiệu từ PIR, xác định hướng chuyển động (vào/ra), tăng hoặc giảm biến đếm.
- **Hiển thị tại chỗ:** Kết quả được hiển thị trực tiếp lên màn hình OLED SSD1306 giúp người dùng dễ theo dõi.
- **Truyền dữ liệu từ xa:** ESP32 gửi dữ liệu đến Blynk App hoặc Telegram Bot để người dùng giám sát từ xa.
- **Lưu và khởi tạo dữ liệu:** Hệ thống có thể lưu trạng thái hiện tại trong bộ nhớ và khởi động lại khi cần.

## 2.3 Phần cứng

Các thành phần phần cứng chính bao gồm:

- **Vi điều khiển ESP32**
  - Vai trò: trung tâm xử lý tín hiệu và kết nối mạng
  - Các chân sử dụng:
    - GND – nối đất
    - 3.3V – cấp nguồn cho các thiết bị ngoại vi
    - GPIO 12, 14 – nhận tín hiệu từ cảm biến PIR
    - GPIO 21, 22 – giao tiếp I2C với màn hình OLED SSD1306
- **Cảm biến PIR (HC-SR501 hoặc tương đương)**
  - Chân VCC – cấp nguồn (3.3V hoặc 5V)
  - Chân GND – nối đất
  - Chân OUT – tín hiệu xuất ra (nối với ESP32)
- **Màn hình OLED SSD1306 (I2C, kích thước 0.96 inch)**
  - Chân VCC – cấp nguồn (3.3V)
  - GND – nối đất
  - SCL – GPIO 22 (ESP32)
  - SDA – GPIO 21 (ESP32)
- **Nguồn điện:**
  - Sử dụng cáp microUSB/Type-C cấp nguồn cho ESP32 (5V)

## 2.4 Nguyên lý kết nối

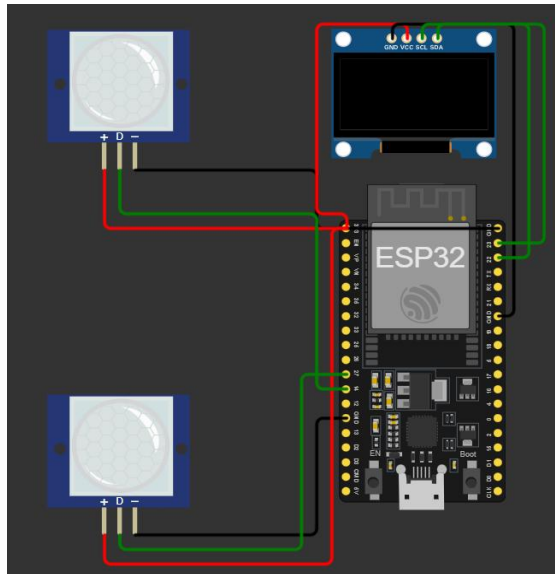
- **Cảm biến PIR** được đặt tại vị trí phù hợp, mỗi cảm biến đảm nhiệm việc nhận biết người ra hoặc vào theo hướng cụ thể. Khi cảm biến phát hiện chuyển động, chân OUT sẽ gửi mức HIGH đến ESP32.
- **ESP32** sử dụng ngắt (interrupt) hoặc kiểm tra trạng thái chân digital để nhận biết có chuyển động.
- Dựa vào thứ tự kích hoạt các cảm biến (nếu dùng 2 PIR), ESP32 xác định người vào hay người ra và cập nhật biến đếm.
- **Màn hình OLED SSD1306** giao tiếp với ESP32 qua chuẩn I2C (SDA/SCL), hiển thị số lượng người hiện tại trong không gian.
- **Kết nối WiFi** được thiết lập để gửi dữ liệu đến nền tảng IoT như Blynk hoặc Telegram Bot giúp người dùng theo dõi từ xa qua điện thoại.

## 2.5 Nguyên lý hoạt động

- Khi một người bước qua khu vực được bố trí cảm biến, cảm biến PIR phát hiện chuyển động và gửi tín hiệu đến ESP32.
- Dựa trên thời điểm kích hoạt của cảm biến 1 và cảm biến 2, tăng lượt vào nếu như người đó đi qua cảm biến 1 trước rồi đi qua cảm biến 2, tăng lượt ra nếu như người đó đi qua cảm biến 2 trước rồi đi qua cảm biến 1 và giữ nguyên nếu như người đó đứng ở 2 cảm biến quá lâu, nhờ đó ESP32 phân biệt được người đó đang ra hay vào.
- Giá trị bộ đếm sẽ được tăng hoặc giảm tương ứng, sau đó được hiển thị lên màn hình OLED.
- ESP32 sẽ đồng thời gửi thông tin đếm người đến Blynk App hoặc Telegram Bot, giúp người dùng theo dõi số lượng người trong không gian đó một cách từ xa và thời gian thực.

## 3. Triển khai hệ thống

### 3.1 Quá trình lắp ráp hệ thống



Sơ đồ bố trí linh kiện trong không gian

Hệ thống bao gồm các thành phần cứng chính:

- Vi điều khiển ESP32
- 2 cảm biến chuyển động PIR
- 1 màn hình OLED SSD1306 giúp hiển thị thông tin với giao tiếp I2C

Quá trình lắp đặt:

- ESP32: Cấp nguồn điện và nhận thông tin xử lý toàn hệ thống
  - Chân 3V3 nối đến chân VCC của OLED
  - Chân GND nối đến chân GND của OLED
  - Chân 3V3 nối đến chân VCC của PIR1
  - Chân 3V3 nối đến chân VCC của PIR2
  - Từng chân GND của ESP32 nối với từng chân GND của PIR1 và PIR2
- Cảm biến PIR1 và PIR2:
  - Chân OUT của cảm biến PIR1 nối đến GPIO14 trên ESP32
  - Chân OUT của cảm biến PIR2 nối đến GPIO27 trên ESP32
- Màn hình OLED SSD1306:
  - Chân SCL (Clock) của OLED nối đến chân GPIO22 trên ESP32
  - Chân SDA (Data) của OLED nối đến chân GPIO23 trên ESP32

### 3.3 Xử lý dữ liệu cảm biến

Hệ thống sử dụng hai cảm biến PIR để phát hiện chuyển động và xác định chiều di chuyển của người qua vùng giám sát. Việc xử lý dữ liệu từ cảm biến được thực hiện như sau:

Nguyên lý đếm người dựa vào thứ tự kích hoạt cảm biến:

- Người vào phòng: Đi qua PIR1 trước, sau đó PIR2 → Tăng bộ đếm số lượng người vào
- Người ra khỏi phòng: Đi qua PIR2, sau đó PIR1 → Tăng bộ đếm số lượng người ra

Xử lý trong mã lệnh:

- Mỗi cảm biến được gán với một chân GPIO (PIR1: GPIO14, PIR2: GPIO27)
- ESP32 liên tục đọc tín hiệu từ 2 cảm biến: Nếu cảm biến phát hiện chuyển động (HIGH), hệ thống ghi lại thời gian và trạng thái.
- So sánh thứ tự và khoảng thời gian giữa hai tín hiệu để phân biệt hướng di chuyển.
- Cập nhật biến counter (biến đếm) tương ứng.

### 3.4 Hiển thị dữ liệu trên màn hình OLED

Màn hình OLED SSD1306 kết nối với ESP32 qua giao thức I2C (chân SDA: GPIO23, SCL: GPIO22).

Các bước hiển thị:

- Khởi tạo màn hình: Sử dụng thư viện Adafruit\_SSD1306 hoặc U8g2
- Xóa màn hình mỗi lần cập nhật
- Vẽ chuỗi văn bản: Hiển thị dòng "Số người trong phòng:" và giá trị counter
- Làm mới màn hình: Gọi hàm .display() để cập nhật

### 3.5 Gửi dữ liệu lên Blynk và Telegram bot

#### 3.5.1 Gửi dữ liệu lên Blynk

Yêu cầu:

- Kết nối Wi-Fi
- Tạo project trong app Blynk (chọn ESP32, lấy AuthToken)
- Thêm widget hiển thị (Value Display, Terminal...)

Các bước thực hiện:

- Cài thư viện BlynkSimpleEsp32.h
- Cấu hình WiFi và AuthToken
- Gửi dữ liệu đếm người theo chu kỳ hoặc khi có thay đổi

### 3.5.2 Gửi thông báo qua Telegram bot

Yêu cầu:

- Tạo Bot với @BotFather để lấy Bot Token
- Lấy chat ID của người nhận
- Cài thư viện: UniversalTelegramBot, WiFiClientSecure

Cách gửi thông báo: Mỗi khi số người thay đổi, gọi hàm gửi tin nhắn

## 4. Kết quả và đánh giá

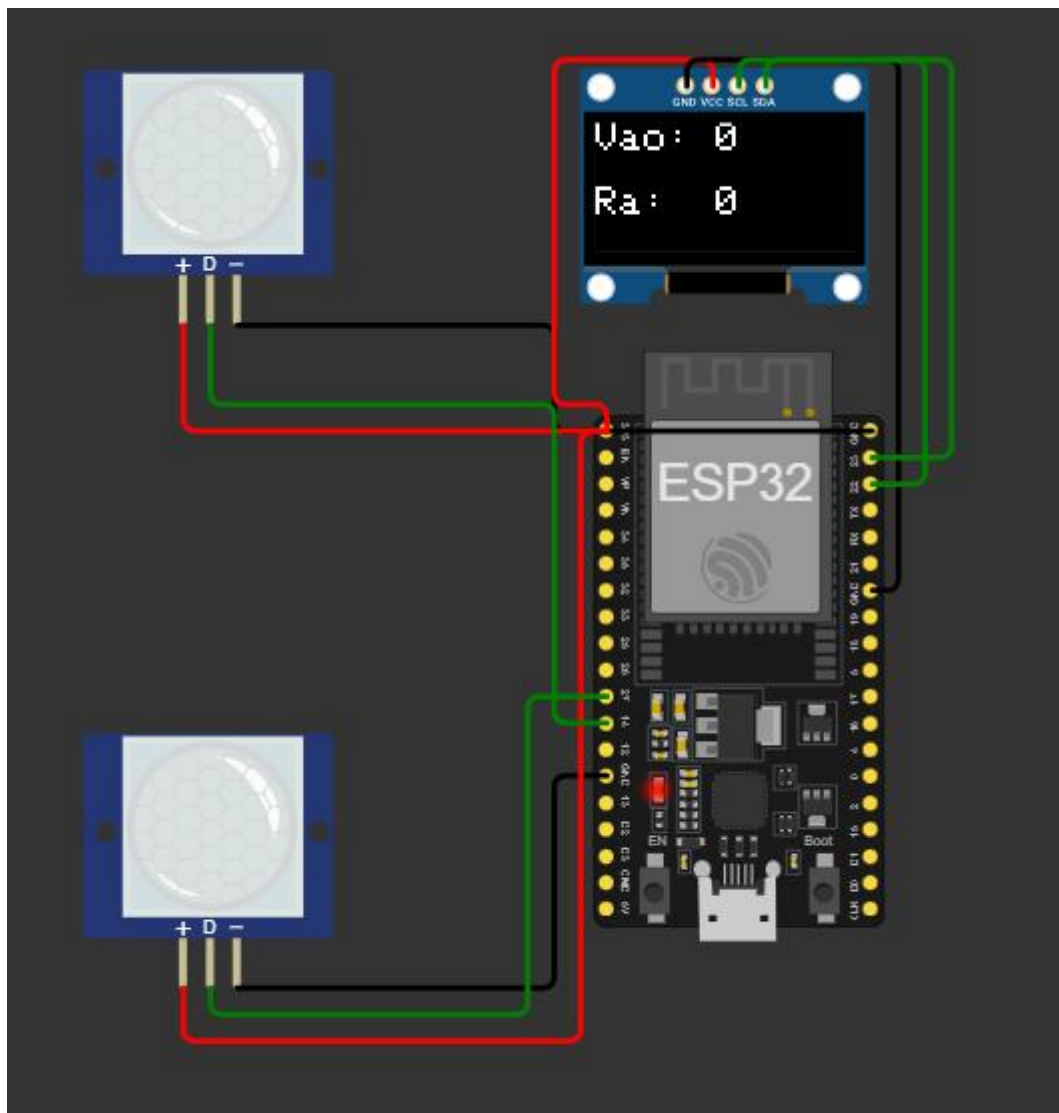
### 4.1 Thử nghiệm hệ thống thông qua giả lập

```

Found 37 compatible libraries
Scanning dependencies...
Dependency Graph
|-- TM1637 @ 0.0.0-alpha+sha.9486982048
|-- Adafruit SSD1306 @ 2.5.13
|-- Adafruit GFX Library @ 1.12.0
|-- Wire @ 2.0.0
Building in release mode
Retrieving maximum program size .pio\build\nodemcu-32s\firmware.elf
Checking size .pio\build\nodemcu-32s\firmware.elf
Advanced Memory Usage is available via "PlatformIO Home > Project Inspect"
RAM:   [=         ] 6.7% (used 22048 bytes from 327680 bytes)
Flash: [==        ] 22.8% (used 299233 bytes from 1310720 bytes)
===== [SUCCESS] Took 58.20 seconds =====
Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.

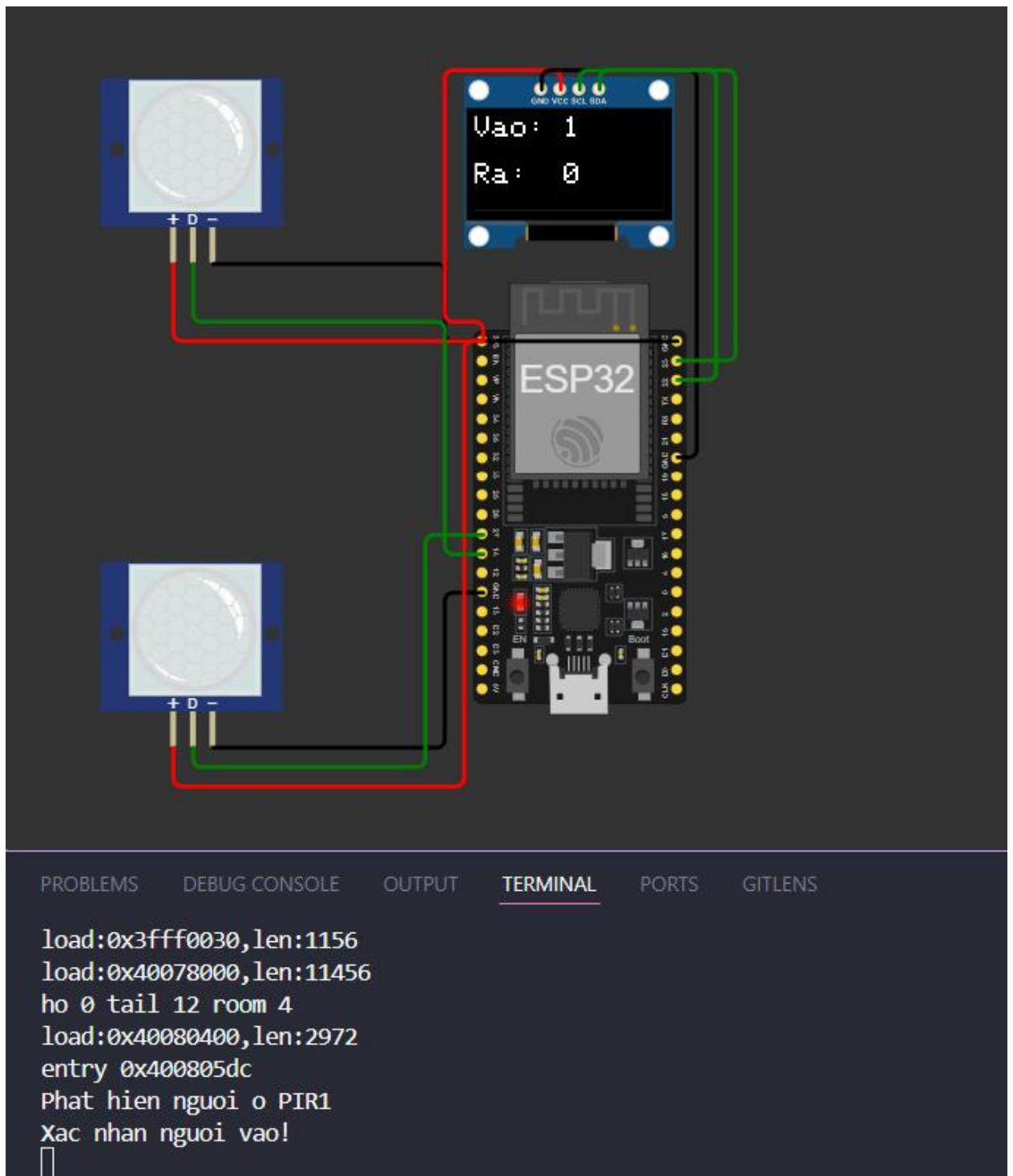
```

Build source dự án

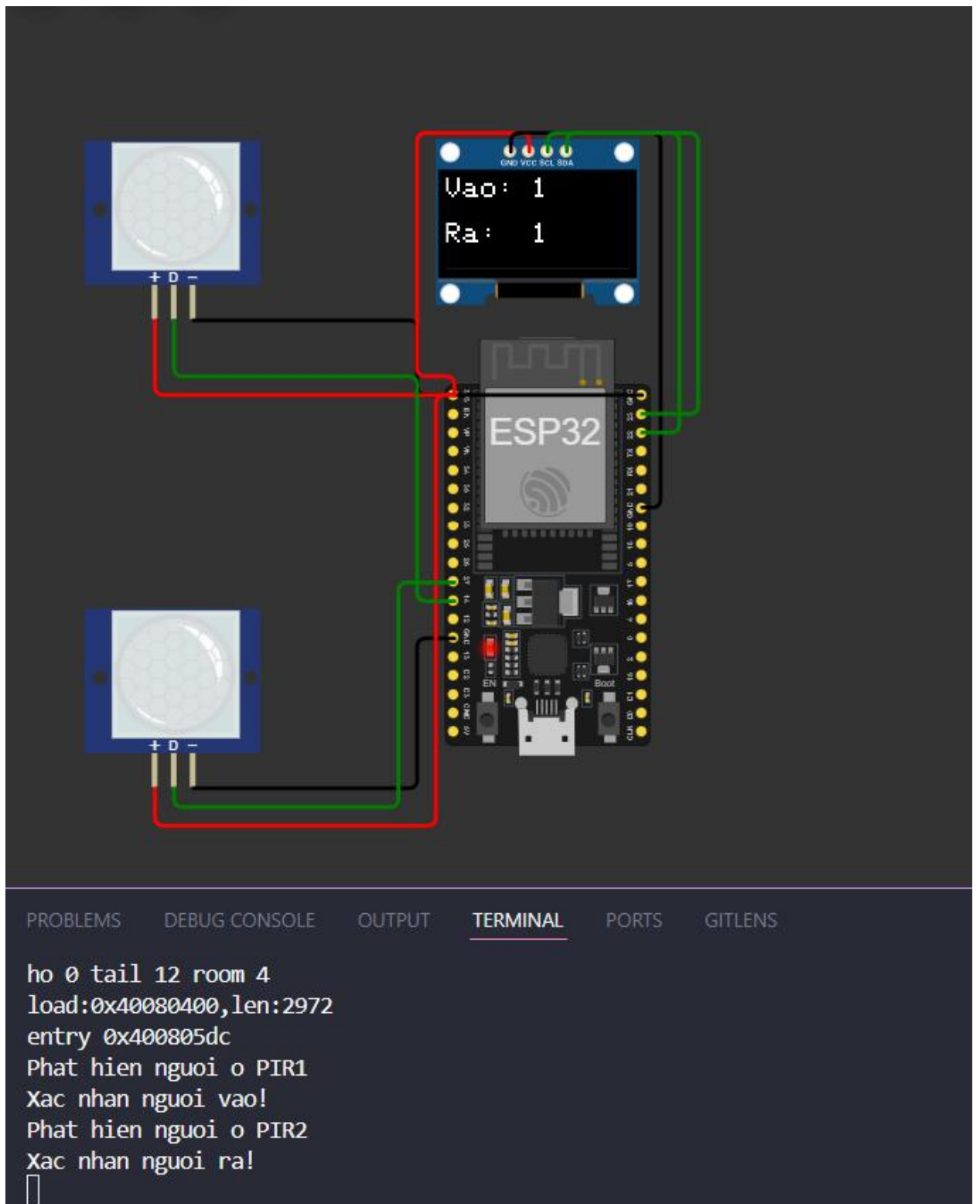


Giả lập sau khi chạy

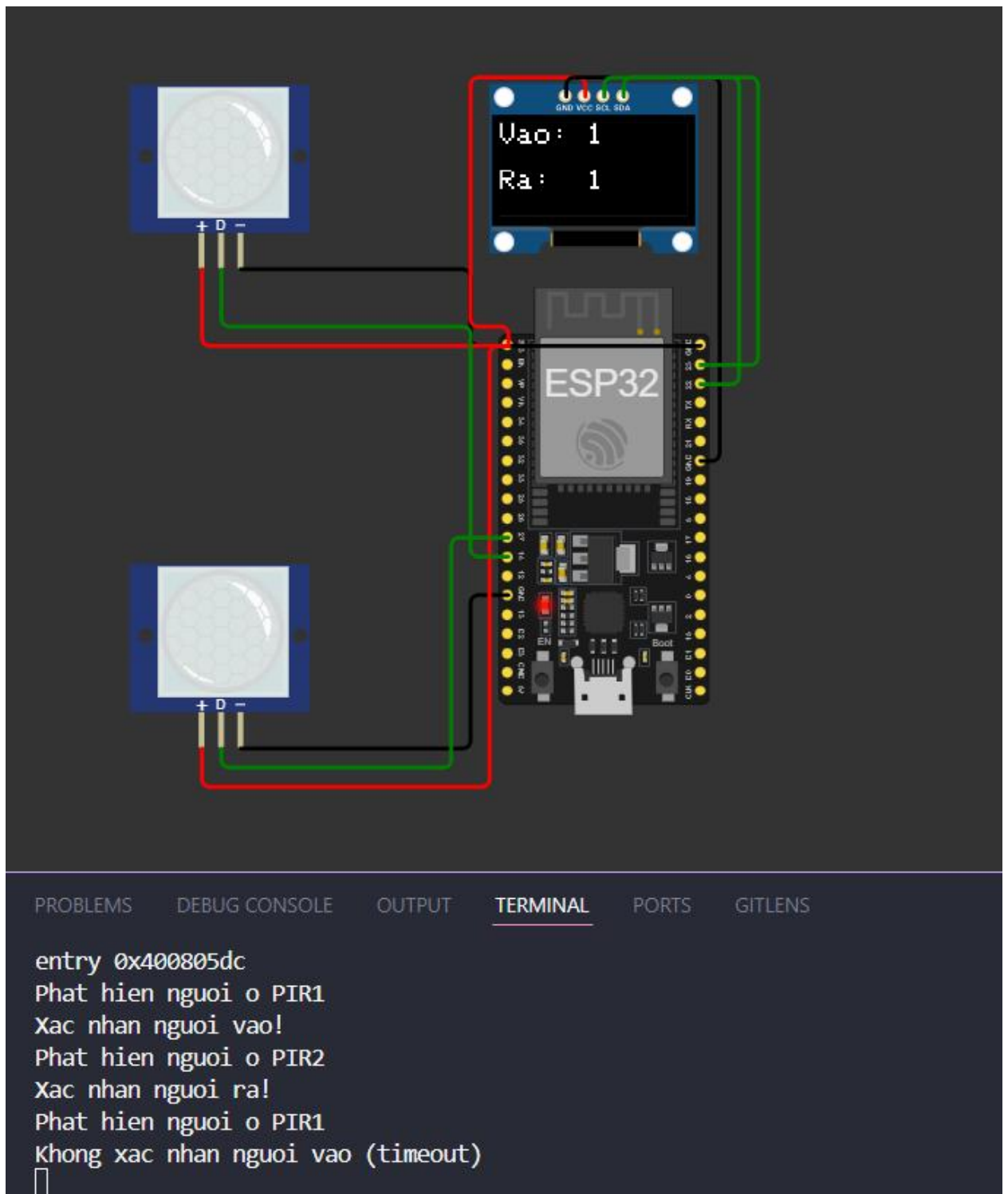




Phát hiện có người đi vào và tăng bộ đếm



Phát hiện người ra và tăng bộ đếm



Trường hợp người đi qua chỉ 1 trong 2 cảm biến PIR

## 4.2 Đánh giá hiệu quả hoạt động

Độ chính xác:

Ưu điểm:

- Độ chính xác tương đối cao (~85–95%) nếu:
- Cảm biến đặt đúng vị trí (căn giữa cửa).
- Khoảng cách giữa 2 cặp cảm biến hợp lý (10–20cm).

- Người di chuyển tuần tự, không chen lấn.
- Phân biệt được chiều vào – ra nếu sử dụng 2 cặp cảm biến và xử lý logic đúng cách.

Nhược điểm:

- Không chính xác nếu:
- Người đi sát nhau (2 người cùng lúc → chỉ đếm 1).
- Người đứng giữa 2 cảm biến lâu → gây sai thứ tự.
- Có vật cản giả (xe đẩy, túi xách lớn, vật thể khác) → đếm nhầm.
- Không nhận dạng được người cụ thể → chỉ là đếm số lượng.

Về chi phí:

Ưu điểm:

- Chi phí thấp: cảm biến PIR (15000-20000VNĐ/cái), ESP32 (75000-85000VNĐ/Cái), OLED SSD1306 (40000-45000/VNĐ) Chi phí xây dựng quanh 150000VNĐ
- Không cần camera để xử lý ảnh

Nhược điểm:

- Cần thêm bộ phận bảo vệ
- Tốn thêm chi phí nếu muốn nâng cấp thêm

Khả năng triển khai trong thực tế:

Ưu điểm:

- Dễ dàng lắp đặt ở các không gian hẹp, cụ thể lớp thư viện, phòng học, phòng cơ quan nhỏ
- Có thể tự làm tại nhà, trường học với kỹ năng lập trình cơ bản về Arduino hay ESP

Hạn chế:

- Cần căn chỉnh thủ công chính xác cảm biến
- Không phù hợp để đặt ở những nơi có nhiều người di chuyển hỗn loạn

Hiệu suất sử dụng lâu dài:

Ổn định:

- Bộ cảm biến gắn chắc chắn
- Được bảo dưỡng định kì để cảm biến PIR không bị dính bụi
- Code được tối ưu

Khó khăn:

- Có bụi bẩn xuất hiện trên cảm biến làm giảm độ nhạy
- Cảm biến dễ hư nếu hoạt động dưới điều kiện thời tiết nắng mưa liên tục

#### **4.3 Nêu ra các điểm hạn chế**

Hệ thống đếm người sử dụng cảm biến hồng ngoại tuy có nhiều ưu điểm về chi phí và tính đơn giản, nhưng cũng tồn tại nhiều hạn chế cần lưu ý khi triển khai thực tế:

##### **4.3.1 Hạn chế về độ chính xác trong môi trường thực tế**

- Khi người đi quá nhanh, cảm biến không kịp phát hiện cả hai tín hiệu bị ngắt đúng thứ tự, dẫn đến sai số trong việc đếm.
- Khi người đi quá chậm hoặc đứng giữa hai cảm biến, hệ thống dễ hiểu sai trình tự vào/ra, làm sai kết quả đếm.
- Nếu hai người đi song song hoặc quá gần nhau, hệ thống có thể chỉ nhận diện được một lượt di chuyển và dẫn đến đếm thiếu người.
- Nếu một người đi tới rồi quay đầu lại giữa chừng, logic xử lý có thể bị rối loạn, dẫn đến đếm nhầm chiều vào hoặc ra.

##### **4.3.2 Hạn chế trong khả năng nhận diện đối tượng**

- Cảm biến hồng ngoại không thể phân biệt được ai đang đi vào hoặc ra, mà chỉ đơn thuần đếm số lượt có vật thể di chuyển qua vùng cảm biến.
- Không nhận diện được đối tượng cụ thể (trẻ em, người lớn, nhân viên, khách...).
- Dễ bị đếm nhầm nếu có các vật thể không phải con người (ví dụ: túi xách lớn, xe đẩy, thú cưng).

##### **4.3.3 Hạn chế do môi trường tác động**

- Ánh sáng mặt trời mạnh có thể gây nhiễu tín hiệu hồng ngoại, đặc biệt nếu cảm biến không được che chắn kỹ.
- Cảm biến dễ bị bụi bẩn, hơi nước hoặc côn trùng bám vào gây giảm độ nhạy, ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động.
- Hệ thống không phù hợp để lắp đặt ngoài trời nếu không có lớp bảo vệ chắc chắn.

##### **4.3.4 Hạn chế về khả năng mở rộng và tích hợp**

- Khi triển khai nhiều cổng hoặc nhiều cảm biến, việc đồng bộ tín hiệu từ các cảm biến trở nên khó khăn và phức tạp hơn.
- Khó xây dựng hệ thống lớn có nhiều điểm ra vào mà vẫn đảm bảo tính nhất quán về dữ liệu đếm.
- Không thể xử lý các tình huống nâng cao như phát hiện thời gian ở lại bên trong, đếm người theo nhóm, hay phân tích hành vi di chuyển.

## **5. Kết luận và phương hướng phát triển**

### **5.1 Kết luận**

Trong thời đại cách mạng công nghiệp 4.0, công nghệ IoT đang ngày càng chứng tỏ vai trò quan trọng trong việc tự động hóa, giám sát và điều khiển các hệ thống trong đời sống và công nghiệp. Đề tài “Xây dựng hệ thống đếm người sử dụng cảm biến PIR và vi điều khiển ESP32” đã góp phần tiếp cận ứng dụng thực tiễn của IoT thông qua một bài toán phổ biến nhưng đầy tính thử thách – đó là theo dõi lượng người ra vào một khu vực nhỏ như phòng họp, lớp học, cửa hàng,...

Thông qua việc sử dụng cảm biến hồng ngoại PIR kết hợp với vi điều khiển ESP32, đề tài đã xây dựng được một mô hình cơ bản, có khả năng đếm số lượt người vào và ra dựa trên thứ tự kích hoạt cảm biến. Thông tin được hiển thị tức thời lên màn hình OLED và có thể mở rộng để truyền dữ liệu qua các nền tảng trực tuyến. Hệ thống này vừa đơn giản, dễ thi công, tiết kiệm chi phí, lại dễ mở rộng trong tương lai.

Tuy nhiên, mô hình vẫn còn tồn tại những điểm hạn chế như độ chính xác chưa cao trong các tình huống người đi nhanh, nhiều người cùng lúc hoặc ảnh hưởng của môi trường đến cảm biến. Dù vậy, đề tài đã hoàn thành tốt mục tiêu ban đầu, tạo nền tảng cho việc phát triển các hệ thống IoT thông minh, linh hoạt và có tính ứng dụng cao.

### **5.2 Đề xuất các phương hướng phát triển**

Để khắc phục các hạn chế hiện tại và nâng cao hiệu quả hoạt động của hệ thống, đồng thời mở rộng phạm vi ứng dụng trong thực tế, đề tài có thể được phát triển thêm theo các hướng cụ thể như sau:

#### **5.2.1 Nâng cao độ chính xác của hệ thống cảm biến**

- Kết hợp nhiều loại cảm biến: Thay vì chỉ sử dụng cảm biến PIR, có thể kết hợp thêm cảm biến siêu âm (ultrasonic sensor) hoặc cảm biến ánh sáng hồng ngoại IR đôi để xác định chính xác hơn chiều di chuyển của người và tránh đếm trùng.
- Xử lý logic nâng cao bằng FSM (Finite State Machine): Thiết kế hệ thống điều khiển theo mô hình trạng thái nhằm kiểm soát chặt chẽ thứ tự kích hoạt cảm biến, từ đó phân biệt chính xác chiều vào – ra trong nhiều tình huống phức tạp.

### **5.2.2 Kết nối với nền tảng lưu trữ và phân tích dữ liệu xảy ra**

- Tích hợp hệ thống với Firebase, Google Sheets hoặc MQTT để lưu trữ lịch sử dữ liệu số lượt ra vào, giúp phân tích mật độ người sử dụng theo thời gian.
- Phân tích thống kê và AI đơn giản: Ứng dụng các biểu đồ thống kê hoặc trí tuệ nhân tạo đơn giản để dự đoán xu hướng người dùng, từ đó tối ưu hóa việc vận hành thiết bị điện, điều hòa không khí,...

### **5.2.3 Tích hợp điều khiển thiết bị tự động**

- Hệ thống có thể liên kết với đèn chiếu sáng, điều hòa nhiệt độ hoặc quạt thông gió và điều khiển các thiết bị này dựa theo số lượng người hiện có trong phòng, giúp tiết kiệm điện năng.
- Tự động gửi thông báo cảnh báo khi vượt quá số lượng người cho phép, rất hữu ích trong việc giám sát an toàn cháy nổ, phòng dịch COVID-19 hoặc quản lý phòng học.

### **5.2.4 Xây dựng giao diện quản lý thân thiện trên di động**

- Phát triển một ứng dụng Android hoặc iOS sử dụng Flutter hoặc React Native để theo dõi dữ liệu theo thời gian thực, đồng thời cung cấp chức năng cấu hình hệ thống từ xa.
- Cung cấp tính năng đăng nhập quản trị viên, xem báo cáo, thống kê theo ngày, tuần, tháng trực tiếp trên điện thoại.

### **5.2.5 Mở rộng cho không gian lớn và hệ thống đa điểm**

- Mô hình có thể được nhân rộng cho các không gian lớn như trung tâm thương mại, bệnh viện, văn phòng lớn với nhiều lối ra vào.

- Áp dụng kết nối mạng Mesh giữa các ESP32 để xây dựng hệ thống cảm biến phân tán, chia sẻ dữ liệu và đồng bộ hóa thông tin đếm người theo thời gian thực.

#### **IV. Tài liệu tham khảo**

##### **Tiếng Việt:**

- [1] <https://khuenguyencreator.com/lap-trinh-esp32-tu-a-toi-z/>
- [2] <https://khuenguyencreator.com/tong-quan-ve-so-do-chan-esp32-va-ngoai-vi/>
- [3] <https://dienthongminhesmart.com/lap-trinh-esp32/blynk-iot-va-esp32/>
- [4] Giáo trình công nghệ Internet of Things và ứng dụng Đại học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh
- [5] <https://dienthongminhesmart.com/lap-trinh-esp32/blynk-iot-va-esp32/>

##### **Tiếng Anh:**

- [6] <https://docs.wokwi.com/parts/board-ssd1306>
- [7] <https://docs.wokwi.com/parts/wokwi-pir-motion-sensor>