

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

TÊN ĐỀ TÀI TIỂU LUẬN:
TẠO HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TRONG NHÀ VỚI
ESP32 VÀ BLE

TÊN HỌC PHẦN : PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT

MÃ HỌC PHẦN: 2024-2025.2.TIN4024.004

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: VÕ VIỆT DŨNG

HUẾ, THÁNG 04 NĂM 2025

Mục lục

PHẦN MỞ ĐẦU	1
NỘI DUNG.....	2
I.Giới thiệu về đề tài	2
II.Lý thuyết và công nghệ liên quan	2
III.Phần mềm mô phỏng	5
1.Thành phần chính:	8
2. Nguyên lý hoạt động.....	9
Kết luận	11

PHẦN MỞ ĐẦU

Lời đầu tiên, chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến giảng viên Võ Việt Dũng. Thầy đã tận tình hướng dẫn chúng em hoàn thành tốt bài tiểu luận Phát triển ứng dụng IoT. Những bài giảng quý báu và sự tận tâm của Thầy đã giúp em hoàn thành dự án một cách tốt nhất.

Mặc dù em đã hoàn thiện thật tốt bài tiểu luận nhưng không thể nào tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy, chúng em rất mong nhận được sự góp ý từ quý thầy cô để đề tài của em ngày càng được hoàn thiện.

Em xin chân thành cảm ơn !

NỘI DUNG

I. Giới thiệu về đề tài

Trong thời đại công nghệ hiện đại, Internet vạn vật (IoT) đang trở thành xu hướng không thể thiếu trong cuộc sống hàng ngày. IoT mang lại khả năng kết nối và điều khiển các thiết bị từ xa thông qua mạng internet, tạo ra một hệ sinh thái thông minh và tự động hóa. Một trong những ứng dụng phổ biến của IoT là trong hệ thống định vị, giúp xác định vị trí của các thiết bị trong không gian.

Hệ thống định vị trong nhà đóng vai trò quan trọng trong việc xác định vị trí các thiết bị IoT, đặc biệt trong các môi trường như nhà thông minh, kho xưởng, bệnh viện, hoặc trung tâm thương mại. Việc áp dụng công nghệ định vị trong nhà giúp cải thiện hiệu quả quản lý, tăng cường an ninh, và nâng cao trải nghiệm người dùng.

Trong dự án này, chúng tôi sử dụng ESP32 – một vi điều khiển mạnh mẽ với khả năng kết nối không dây qua WiFi và Bluetooth Low Energy (BLE) – để xây dựng hệ thống định vị trong nhà. ESP32 là lựa chọn lý tưởng cho các ứng dụng IoT nhờ vào khả năng xử lý mạnh mẽ và khả năng tiết kiệm năng lượng của BLE, giúp giảm thiểu chi phí và tăng cường hiệu quả hệ thống.

Bluetooth Low Energy (BLE) là một công nghệ kết nối không dây với tiêu thụ năng lượng thấp, rất phù hợp cho các ứng dụng IoT. BLE cho phép các thiết bị giao tiếp với nhau trong phạm vi ngắn và có thể sử dụng để xác định vị trí thiết bị trong không gian nhỏ như trong nhà. Phương pháp xác định vị trí trong hệ thống này sẽ dựa trên cường độ tín hiệu (RSSI) của BLE, một trong những phương pháp phổ biến trong các hệ thống định vị trong nhà.

Với mục tiêu tạo ra một hệ thống định vị trong nhà hiệu quả và tiết kiệm năng lượng, dự án này sử dụng ESP32 và BLE để xác định vị trí của các thiết bị, đồng thời gửi thông tin vị trí qua các nền tảng IoT như ThingSpeak, Blynk, hoặc Telegram. Hệ thống sẽ giúp người dùng có thể theo dõi và quản lý các thiết bị IoT trong nhà một cách dễ dàng và thuận tiện.

II. Lý thuyết và công nghệ liên quan

Bluetooth Low Energy (BLE)

Giới thiệu về BLE: Bluetooth Low Energy (BLE) là một phiên bản cải tiến của công nghệ Bluetooth, được thiết kế để tiêu thụ ít năng lượng hơn so với Bluetooth Classic. BLE hoạt động ở tần số 2.4 GHz và có khả năng kết nối với các thiết bị thông minh như điện thoại, máy tính, đồng hồ thông minh, và các thiết bị IoT khác mà không làm giảm hiệu suất hoạt động.

BLE sử dụng cơ chế truyền tải dữ liệu không liên tục, có nghĩa là nó chỉ hoạt động khi cần thiết, giúp giảm thiểu mức tiêu thụ năng lượng. Điều này đặc biệt hữu ích trong các ứng dụng IoT, nơi các thiết bị thường xuyên hoạt động lâu dài mà không cần thay pin hay sạc lại.

Cách thức hoạt động: BLE sử dụng phương thức quảng bá (advertising) để phát tín hiệu và thu nhận thông tin từ các thiết bị khác. Khi một thiết bị BLE được kích hoạt, nó sẽ phát ra các gói dữ liệu nhỏ để thiết bị khác có thể nhận biết và kết nối. Khi có kết nối, BLE có thể truyền tải dữ liệu giữa các thiết bị trong các khoảng thời gian rất ngắn và hiệu quả.

Ưu điểm của BLE trong các hệ thống IoT:

1. Tiết kiệm năng lượng: BLE tiêu thụ năng lượng rất thấp, giúp kéo dài thời gian sử dụng của các thiết bị IoT mà không cần thay pin thường xuyên.
2. Tính khả dụng cao: BLE có thể kết nối với nhiều thiết bị khác nhau trong phạm vi gần, đảm bảo truyền tải dữ liệu liên tục.
3. Chi phí thấp: Các module BLE có giá thành rẻ và dễ dàng tích hợp vào các thiết bị IoT, giúp tiết kiệm chi phí phát triển hệ thống.

ESP32

Giới thiệu về ESP32: ESP32 là một vi điều khiển phát triển bởi Espressif Systems, được trang bị đầy đủ các tính năng như WiFi, Bluetooth (cả BLE và Bluetooth Classic), và các giao thức truyền thông khác. ESP32 nổi bật với khả năng xử lý mạnh mẽ, tốc độ cao và khả năng tích hợp linh hoạt với các cảm biến và thiết bị ngoại vi trong các hệ thống IoT.

Tính năng nổi bật của ESP32:

1. **Kết nối WiFi và Bluetooth:** ESP32 hỗ trợ cả kết nối WiFi và Bluetooth, bao gồm Bluetooth Low Energy (BLE), làm cho nó trở thành lựa chọn lý tưởng cho các ứng dụng IoT cần kết nối không dây.
2. **Hiệu suất xử lý cao:** ESP32 trang bị vi xử lý Dual-core với tốc độ lên đến 240 MHz, giúp xử lý nhanh chóng và hiệu quả các tác vụ trong các ứng dụng phức tạp.
3. **Tiết kiệm năng lượng:** ESP32 có các chế độ tiết kiệm năng lượng, giúp kéo dài tuổi thọ của thiết bị khi hoạt động lâu dài mà không cần thay pin.

Phù hợp cho các ứng dụng IoT: Với khả năng tích hợp WiFi, BLE và các cảm biến ngoại vi, ESP32 là sự lựa chọn tuyệt vời cho các hệ thống IoT, từ các ứng dụng đơn giản như giám sát môi trường cho đến các hệ thống phức tạp hơn như điều khiển thiết bị thông minh hoặc theo dõi vị trí trong nhà.

Hệ thống định vị trong nhà

Giới thiệu về hệ thống định vị trong nhà: Định vị trong nhà là một công nghệ dùng để xác định vị trí của các đối tượng trong một không gian kín (như trong nhà, văn phòng, hoặc tòa nhà), nơi tín hiệu GPS không thể hoạt động hiệu quả. Trong các hệ thống IoT, việc xác định vị trí chính xác của các thiết bị là rất quan trọng để cung cấp các dịch vụ thông minh như điều khiển thiết bị, giám sát và tối ưu hóa hiệu suất hệ thống.

Các phương pháp định vị trong nhà:

1. **RSSI (Received Signal Strength Indicator):** RSSI là phương pháp phổ biến được sử dụng trong các hệ thống định vị trong nhà. Phương pháp này dựa trên việc đo lường cường độ tín hiệu nhận được từ các thiết bị phát sóng BLE để suy ra khoảng cách giữa

các thiết bị. Mặc dù không chính xác tuyệt đối, nhưng RSSI có thể cung cấp thông tin tương đối chính xác trong môi trường với ít nhiễu.

2.Trilateration: Trilateration là phương pháp tính toán vị trí của một đối tượng dựa trên khoảng cách từ ba hoặc nhiều điểm đã biết. Trong trường hợp này, ba beacon BLE hoặc nhiều beacon có thể được sử dụng để xác định vị trí của một thiết bị trong không gian bằng cách đo cường độ tín hiệu (RSSI) từ các beacon này. Khi các beacon truyền tín hiệu BLE, hệ thống có thể tính toán vị trí của thiết bị dựa trên các tín hiệu nhận được.

3.Các phương pháp khác: Ngoài RSSI và Trilateration, còn có các phương pháp khác như sử dụng các cảm biến chuyển động (accelerometer, gyroscope) kết hợp với các kỹ thuật học máy để cải thiện độ chính xác của việc định vị trong nhà.

III.Phần mềm mô phỏng

Wokwi: Giới thiệu về Wokwi

Giới thiệu về Wokwi: Wokwi là một nền tảng mô phỏng phần cứng trực tuyến mạnh mẽ, hỗ trợ mô phỏng các hệ thống điện tử, đặc biệt là những hệ thống sử dụng các vi điều khiển như Arduino và ESP32. Wokwi cho phép người dùng thiết kế và mô phỏng mạch điện mà không cần phần cứng thực tế, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí trong quá trình phát triển.

Wokwi cung cấp giao diện người dùng đơn giản và trực quan, giúp các kỹ sư và lập trình viên dễ dàng tạo ra và thử nghiệm các mạch điện tử trước khi triển khai vào thực tế. Với khả năng mô phỏng các vi điều khiển như ESP32, Arduino, và các cảm biến khác, Wokwi trở thành công cụ hữu ích trong việc phát triển các ứng dụng IoT.

Cách sử dụng Wokwi để mô phỏng hệ thống với ESP32 và các cảm biến: Để sử dụng Wokwi mô phỏng hệ thống với ESP32, người dùng cần thực hiện các bước sau:

1.Tạo tài khoản Wokwi: Đăng ký tài khoản trên Wokwi để có thể lưu và chia sẻ các dự án của mình.

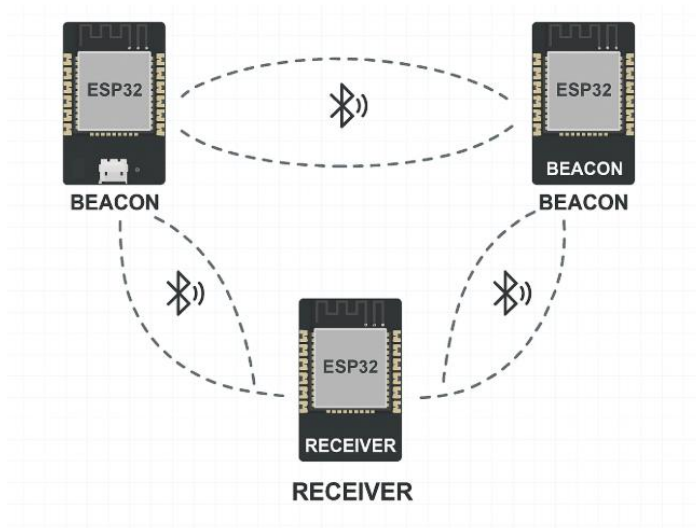
2.Chọn ESP32: Trong giao diện Wokwi, chọn ESP32 từ danh sách các vi điều khiển để bắt đầu mô phỏng hệ thống.

3. Thêm các cảm biến và module: Wokwi cung cấp nhiều loại cảm biến và module như cảm biến nhiệt độ, cảm biến khoảng cách, và các mô-đun BLE, giúp bạn dễ dàng thêm vào mạch và cấu hình cho hệ thống định vị.

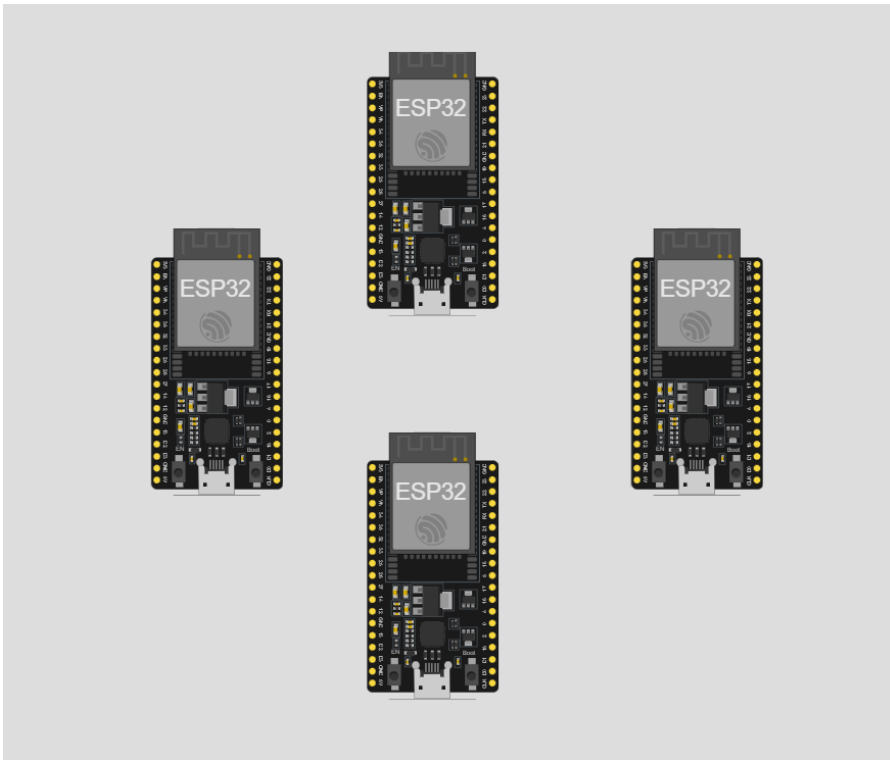
4. Cài đặt mã nguồn (code): Sau khi thiết kế mạch, bạn có thể viết và tải mã nguồn (code) lên ESP32 trong Wokwi, như thể bạn đang lập trình trên phần cứng thật.

Wokwi hỗ trợ mô phỏng các mạch điện tử với nhiều tính năng như mô phỏng các cảm biến, hiển thị dữ liệu trên các màn hình LCD, và kết nối qua các giao thức không dây như BLE.

Sơ đồ mô phỏng hệ thống định vị trong nhà bằng ESP32 và BLE



Ảnh minh họa sơ đồ



Ảnh trong trình mô phỏng Wokwi

Mã diagram.json của hệ thống trên Wokwi:

```
{  
  "version": 1,  
  "author": "Nghĩa",  
  "editor": "wokwi",  
  "parts": [  
    { "type": "board-esp32-devkit-c-v4", "id": "esp1", "top": -50, "left": -100, "attrs": {}  
  },  
    { "type": "board-esp32-devkit-c-v4", "id": "esp2", "top": 50, "left": -150, "attrs": {}  
  },  
    { "type": "board-esp32-devkit-c-v4", "id": "esp3", "top": 100, "left": -50, "attrs": {}  
  },  
  ]  
}
```

```

    { "type": "board-esp32-devkit-c-v4", "id": "receiver", "top": 0, "left": 50, "attrs": { }
  }

],

"connections": [

  [ "receiver:TX", "$serialMonitor:RX", "", [] ],

  [ "receiver:RX", "$serialMonitor:TX", "", [] ]

]

}

```

Giải thích sơ đồ:

Hệ thống định vị trong nhà sử dụng **ESP32** để phát và nhận tín hiệu **Bluetooth Low Energy (BLE)** nhằm xác định vị trí của một thiết bị trong không gian nhỏ.

1. Thành phần chính:

1. Ba ESP32 làm beacon (esp1, esp2, esp3)

-Được đặt tại các vị trí cố định trong không gian.

-Mỗi beacon liên tục phát tín hiệu BLE có chứa giá trị RSSI (cường độ tín hiệu).

2. Một ESP32 làm thiết bị nhận (receiver)

-Thiết bị này di động, có thể quét tín hiệu BLE từ các beacon.

-Đo giá trị RSSI từ mỗi beacon để xác định khoảng cách.

-Gửi dữ liệu lên Serial Monitor để kiểm tra và hiển thị trên Blynk.

3. Kết nối Serial Monitor

-Cho phép quan sát dữ liệu RSSI được nhận từ các beacon.

2. Nguyên lý hoạt động

Bước 1: Beacon phát tín hiệu BLE

- Mỗi ESP32 beacon sẽ phát tín hiệu Bluetooth Low Energy (BLE) liên tục trong môi trường.
- Mỗi tín hiệu mang một địa chỉ MAC riêng để định danh thiết bị đó.

Bước 2: Receiver quét tín hiệu BLE

- Thiết bị receiver sẽ quét các tín hiệu BLE xung quanh định kỳ.
- Mỗi khi phát hiện tín hiệu từ một beacon, receiver sẽ:
 - Ghi lại địa chỉ MAC.
 - Đo giá trị RSSI (Received Signal Strength Indicator – chỉ số cường độ tín hiệu).
 - Mỗi beacon sẽ có mức RSSI khác nhau tùy vào khoảng cách đến receiver.

Bước 3: Gửi dữ liệu lên Blynk

- Dựa trên địa chỉ MAC, receiver sẽ phân loại tín hiệu từ beacon 1, 2 hoặc 3.
- Giá trị RSSI sẽ được gửi lên Blynk thông qua WiFi, cụ thể:
 - Beacon 1 → V1
 - Beacon 2 → V2
 - Beacon 3 → V3

Bước 4: Quan sát trên điện thoại

- Trên ứng dụng Blynk IoT, người dùng có thể quan sát RSSI từ các beacon trên các widget như Label, Gauge hoặc Chart.
- Dữ liệu này giúp xác định khoảng cách tương đối giữa receiver và các beacon.
- Nếu kết hợp thêm thuật toán định vị, ta có thể xác định được vị trí chính xác của thiết bị receiver trong không gian.

Ảnh blynk trong điện thoại

beacon 1

0

beacon 2

0

beacon 3

0

Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu và xây dựng, hệ thống định vị trong nhà sử dụng ESP32 và công nghệ Bluetooth Low Energy (BLE) đã được triển khai thành công với mô hình đơn giản nhưng hiệu quả. Thiết bị receiver có thể quét và thu thập cường độ tín hiệu (RSSI) từ các beacon BLE, từ đó gửi dữ liệu lên nền tảng Blynk để người dùng có thể theo dõi trực quan trên điện thoại.

Hệ thống này chứng minh tính khả thi trong việc định vị tương đối trong không gian nhỏ như phòng học, văn phòng, nhà ở... Đồng thời, với chi phí thấp và dễ dàng mở rộng, hệ thống hoàn toàn có tiềm năng áp dụng vào thực tế.

Bên cạnh ứng dụng định vị cơ bản, hệ thống còn có thể mở rộng để sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác như:

Theo dõi vị trí nhân viên trong nhà máy, văn phòng.

Tìm thiết bị thất lạc hoặc giám sát tài sản di động.

Chăm công tự động bằng BLE.

Hệ thống hướng dẫn thông minh trong bảo tàng, siêu thị.

Nhà thông minh: điều khiển thiết bị theo vị trí người dùng.

Giám sát người cao tuổi hoặc trẻ em trong khu vực kín.

Với những tiềm năng đó, hệ thống không chỉ phục vụ mục tiêu học tập mà còn mở ra cơ hội phát triển các ứng dụng thực tiễn trong nhiều lĩnh vực khác nhau của đời sống và công nghiệp.

Tài liệu tham khảo:

- [1] <https://www.thegioididong.com/hoi-dap/bluetooth-low-energy-ble-la-gi-nhung-dieu-ban-chua-biet-ve-1322460>
- [2] <https://vi.wikipedia.org/wiki/ESP32>
- [3] <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/received-signal-strength>
- [4] <https://dathop.com/tim-hieu-be-trilateration-co-so-cua-dinh-vi-ve-tinh/>
- [5] <https://docs.wokwi.com/vscode/getting-started>