

MÔ HÌNH ĐỊNH VỊ TRONG NHÀ ỨNG DỤNG IOT

PHAN VĂN ĐỨC^{1*}, HOÀNG ĐỨC VĂN², NGUYỄN NGỌC MINH THÔNG³

Tóm tắt

Bài báo này mô tả hệ thống định vị trong nhà, hệ thống định vị trong nhà đặc biệt là ở các khu vực bệnh viện, trường đại học, trung tâm mua sắm, sân bay, nơi mà hệ thống có thể giúp người dùng tìm đường tốt nhất trong nhà. Hệ thống định vị trong nhà được đề xuất thân thiện và thuận tiện với người dùng vì nó không yêu cầu thiết bị bổ sung nào ngoại trừ điện thoại thông minh và hoạt động với người đi bộ trong tư thế bình thường đang đi bộ với điện thoại thông minh trên tay. Để xác minh thuật toán điều hướng trong nhà được đề xuất, chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm trong môi trường thực tế trong nhà bằng điện thoại thông minh Android thương mại, phần cứng dùng Board với Chip STM32-F407 và hệ thống server. Hiệu suất của thuật toán của chúng tôi đã được chứng minh thông qua kết quả của thử nghiệm.

Từ khoá: điều hướng trong nhà, IoT, dẫn đường trong tòa nhà, định vị trong nhà.

Abstract

This paper describes an indoor navigation system which is especially in hospital areas, universities, shopping centers, the airports, where they can help users to find the best ways indoors. The proposed indoor navigation system is user-friendly and convenient because it requires no additional device except a smartphone and works with a pedestrian in a casual posture who is walking with a smartphone in their hand. To verify the proposed indoor navigation algorithm, we conducted an experiment in a real indoor environment using a commercial Android smartphone, hardware board design STM32-F407 and Server system. The performance of our algorithm was demonstrated through the results of the experiment.

Keywords: Negativation in door, IoT, tracking indoor, indoor positioning

1. Giới thiệu

Hiện nay, hệ thống định vị trong nhà ngày càng được sử dụng rộng rãi ở các trường

đại học, trung tâm thương mại, các bệnh viện, các toà nhà văn phòng, trung tâm giải trí, công viên sở thú. Định vị trong nhà có nhiều ứng dụng như cung cấp hệ thống định vị trong nhà cho người khiếm thị, định vị thiết bị trong các tòa nhà, các hội thảo, hội nghị tại trường đại học rộng lớn, giúp đỡ khách du lịch tham quan trong các bảo tàng và tìm lối ra khẩn cấp khi xảy ra hỏa hoạn, theo dõi trẻ em ở những nơi đông đúc và theo dõi thiết bị đắt tiền. Hệ thống định vị toàn cầu (GPS- Global

¹ Khoa Kỹ thuật Ô tô, Trường Đại học Văn Lang

² Khoa Công nghệ Tự động, Trường Cao đẳng Công nghệ Thủ Đức

³ Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường đại học Cửu Long

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Phan Văn Đức (Email: chuduc095@gmail.com)

Positioning System) là hệ thống định vị phổ biến nhất đã và đang được sử dụng rất hiệu quả. Khi khoan vùng một đối tượng hoặc tuyến đường trong nhà, hệ thống này không hoạt động tốt do tín hiệu phát ra từ các vệ tinh của nó bị mất. Khi điều hướng trong nhà, cần tính đến vô số đối tượng phản ánh tín hiệu. Đây có thể là các mảnh thiết bị, tường hoặc con người [1]. Các ứng dụng định vị trong nhà có thể yêu cầu các thuộc tính chất lượng khác nhau, do đó hệ thống định vị trong nhà phải được lựa chọn cẩn thận để đáp ứng các yêu cầu của ứng dụng. Một số công nghệ định vị trong nhà phổ biến như WiFi, điện thoại thông minh [2, 3, 4], Bluetooth, Zigbee, băng thông rộng (UWB- Ultra-Wideband) [5, 6], với độ chính xác cao hơn, phạm vi hoạt động, khả năng xuyên tường, năng lượng tiêu thụ thấp.

Vì vậy việc phát triển một thuật toán điều hướng trong nhà dựa trên việc sử dụng áp trên điện thoại thông minh, các điểm truy cập dữ liệu (Access_Point) trong nhà với Chip STM32-F407 và máy chủ quản lý (Server). Phương pháp được đề xuất có thể được thực hiện bởi một người dùng điển hình trong tư thế bình thường đang đi bộ với điện thoại thông minh trên tay. Sử dụng dữ liệu được thu thập bằng điện thoại thông minh bằng các điểm truy cập, quỹ đạo thô của người đi bộ được máy chủ ước tính. Quỹ đạo được điều chỉnh bằng cách sử dụng kết hợp dữ liệu thu thập được và bản vẽ thực tế bên trong toà nhà, trong khuôn viên bệnh viện, trường đại học, khu du lịch vui chơi giải trí. Giải pháp chủ động này khắc phục những nhược điểm bị động của các hệ thống Beacon hiện tại đồng thời mở rộng thêm các tính năng khác như Chat, kết bạn, thông báo mới các sự kiện mới như hội thảo, hội nghị, ca nhạc, ... trên hệ thống cho các người dùng cập nhật thông tin và theo dõi.

2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả giới thiệu một mô hình định vị linh hoạt dựa trên kỹ thuật RSSI (Receive Signal Strength Intensitive) cho hệ thống bằng việc sử dụng kỹ thuật định vị tam giác trong điều kiện các thiết bị đầu cuối di chuyển trong môi trường trong toà nhà đã được lắp đặt các thiết bị phần cứng board mạch STM32-F407 có trang bị module Bluetooth và wifi.

2.1. Scan Bluetooth

Hầu hết các thiết bị di động hiện đại đều có tính năng Bluetooth vì vậy Bluetooth đã trở thành một công nghệ rất phổ biến, đặc biệt là trên các thiết bị di động như hiện nay. Vì vậy việc sử dụng scan Bluetooth sẽ bao gồm các tính năng sau: Bật kết nối Bluetooth, hiển thị danh sách các thiết bị đã kết nối, ghép đôi (paired) và tìm và liệt kê danh sách các thiết bị có kết nối Bluetooth ở xung quanh. Khi thiết bị đã được cài đặt áp thì hệ thống sẽ lưu trữ thông tin về thiết bị bao gồm địa chỉ MAC (Media Access Control Address). Thông thường đối với điện thoại thông minh (smartphone) hệ điều hành android ta kiểm tra địa chỉ MAC như sau: Vào Menu cài đặt (settings) đến mục giới thiệu (about Phone/Device). Nhấn vào mục trạng thái (status) hoặc thông tin phần cứng (hardware Information). Sau đó chọn MAC địa chỉ WiFi (Wifi MAC Address). Hoặc để kiểm tra địa chỉ MAC kết nối không dây hãy nhấn menu đến mục cài đặt (settings) đi đến kết nối (connections). Nhấn vào tên WiFi. Tiếp đến nhấn vào biểu tượng bánh răng cho mạng hiện tại và vào mục View more. Cuối cùng cuộn xuống địa chỉ MAC (MAC Address). Mục đích để xác nhận thiết bị với hệ thống để khi thiết bị đi vào vùng có phủ sóng bluetooth thì hệ thống sẽ cập nhật vị trí tương ứng của người dùng tại thời điểm đó, còn các thiết bị nào chưa được cập nhật thì sẽ được bật tính

năng truyền địa chỉ MAC nếu người dùng đồng ý vì mục đích dẫn đường trong toà nhà.

Trên hệ thống server sẽ cập nhật các thông tin mà điểm truy cập mới cập nhật vào hệ thống như danh sách bên dưới bao gồm các thông tin như tên điện thoại thông minh, điểm truy cập trong toà nhà, địa chỉ MAC và khoảng cách từ điện thoại thông minh đến điểm truy cập.

Tên thiết bị	Tên trạm phát	MAC trạm phát	Khoảng cách trạm phát
Lenovo A526 Minh	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	3.9298129413248
Lenovo A526 Minh	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	4.945344199225
Máy tính bảng	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	3.4960418334772
Máy tính bảng	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	4.4114330786499
Máy tính bảng	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	4.4114330786499
Máy tính bảng	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	3.9298129413248
Máy tính bảng	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	3.5377643848843
Máy tính bảng	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	4.4114330786499
Máy tính bảng	BL_VT_2	20:16:08:22:80:38	4.4114330786499
Philips-Anh Phúc	BL_VT_3	20:16:06:20:92:82	0.39181182325601

Hình 1: Hệ thống scan bluetooth

2.2. Xác định vị trí người dùng và hướng

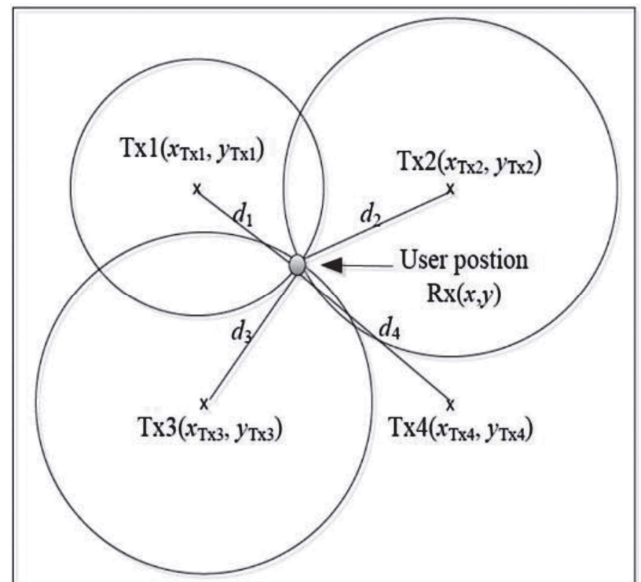


Hình 2. Vị trí hiện tại của người dùng

Sau khi người dùng đã cài đặt ứng dụng thì dữ liệu đã được cập nhật lên hệ thống vì vậy khi người dùng đi bộ vào khu vực có trang bị hệ thống điều hướng trong toà nhà thì dữ liệu vị trí hiện tại được ghi lại và cập nhật chi tiết về ngày, giờ, khu vực nào trong toà nhà; Đối với khu vực bệnh viện thì tại phòng bệnh

nào, khu vực nào, ... và địa điểm sẽ đến; Đối với khu vực trường học thì tại khu vực Khoa hay Phòng/Ban nào và sẽ đi đến vị trí nào, nếu khu vui chơi giải trí thì đang ở vị trí nào sẽ dự kiến điểm đến trong khu vực, các khu vực đã đi qua.

Mặc dù hệ thống định toàn cầu global positioning system (GPS) là phương pháp định vị chính xác nhất [7], nó vẫn không làm việc tốt ở môi trường trong nhà (indoor) do tín hiệu bị ngăn cản bởi cơ sở hạ tầng. Vì thế, phương pháp định vị tam giác đã được dùng để cho độ chính xác định cao hơn trong môi trường indoor [7]. Kỹ thuật này dựa trên vị trí của 3 Txs để xác định vị trí của Rx, nó rất hữu ích đối với các ứng dụng như chỉ đường, lập bản đồ và định tuyến. Như trên hình 3, căn cứ vào vị trí 3 điểm của truy cập trong toà nhà để xác định vị trí chính xác của người dùng (user) đang ở vị trí nào trong toà nhà.



Hình 3. Phương pháp triangulation để dự đoán vị trí Rx

Như đã thấy trên Hình 3, vị trí của user $Rx(x,y)$ được tìm thấy dựa trên $T_{x1}(x_{Tx1}, y_{Tx1})$, $T_{x2}(x_{Tx2}, y_{Tx2})$ và $T_{x3}(x_{Tx3}, y_{Tx3})$ bởi việc giải quyết hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} (x - x_{Tx1})^2 + (y - y_{Tx1})^2 = d_1^2 \\ (x - x_{Tx2})^2 + (y - y_{Tx2})^2 = d_2^2 \\ (x - x_{Tx3})^2 + (y - y_{Tx3})^2 = d_3^2 \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó d_1, d_2 và d_3 được suy ra từ nguồn năng lượng nhận được từ các TxS tương ứng từ 3 điểm truy cập (access-point) đã được lắp đặt trong toà nhà, năng lượng này còn được biết đến là chỉ số cường độ tín hiệu thu RSSI (*Received Signal Strength Indicator*). Hoặc căn cứ trên chỉ số cường độ tín hiệu thu được từ thiết bị như sau:

$$RSSI = -10n \log_{10}(d) + A \quad (2)$$

Hay

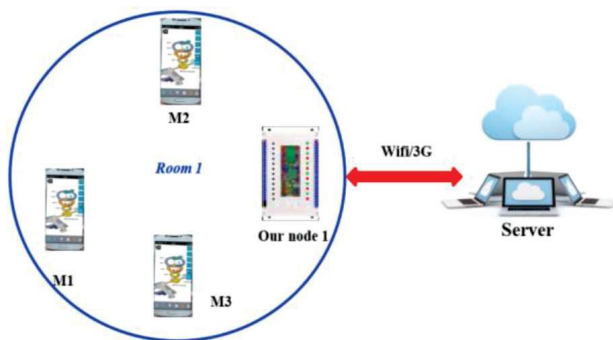
$$d = 10^{\frac{A - RSSI}{10 \cdot n}} \quad (3)$$

Trong đó:

- d là khoảng cách ước lượng tính bằng m
- A là giá trị công suất tham chiếu được đo bằng dBm ở khoảng cách 1,00 m so với máy phát
- n là hằng số lan truyền tín hiệu (1-6), thường trong không gian ít vật cản $n = 2$.

3. Thiết kế hệ thống

3.1 Thiết kế hệ thống

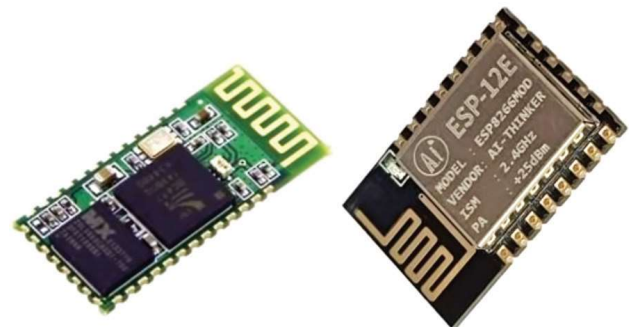


Hình 4. Mô hình thiết kế hệ thống định vị trong nhà

Trong đó M_n là các thiết bị điện thoại thông minh (smartphone), Phòng 1 (Room 1) là phòng thứ nhất trong toà nhà hoặc khu vực 1 trong toà nhà nơi đã được lắp đặt thiết bị truy

cập, thiết bị truy cập (Access point node) là hệ thống thu nhận tín hiệu bluetooth và tín hiệu wifi phát ra từ điện thoại thông minh. Sau đó tín hiệu này được gửi về hệ thống server nhằm cập nhật vị trí của người dùng hiện tại trong hệ thống nhằm mục đích tìm kiếm và dẫn đường trong hệ thống trong nhà.

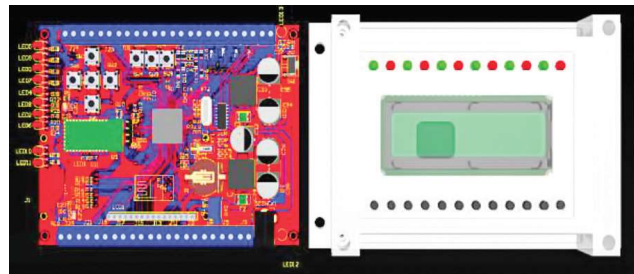
3.2 Thiết kế hệ thống thu thập dữ liệu (Access point node operator)



Bluetooth HC-05

ESP8266

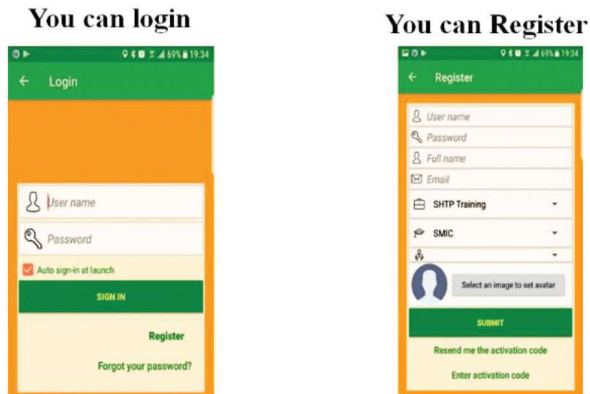
Hình 5. Thiết kế board mạch thu thập dữ liệu dùng module bluetooth và wifi



Hình 6. Board mạch 3D sau khi hoàn thành

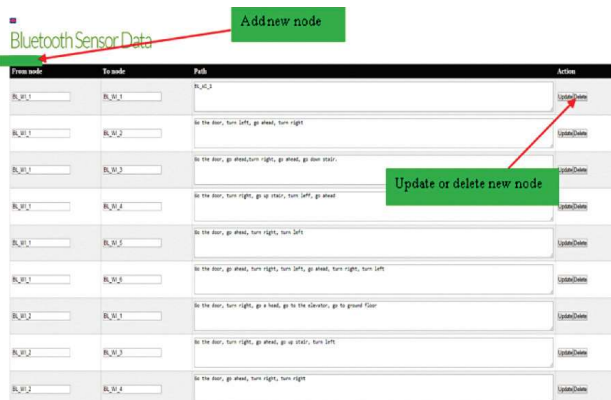
Trong đó: Chip STM32-F407 là CPU chính, điều khiển các hoạt động như module wifi ESP8266 kết nối Internet truyền nhận dữ liệu gửi về hệ thống server, điều khiển module Bluetooth HC-05 để scan thiết bị di động smartphone xung quanh khu vực quản lý của nó. Thu nhận cường độ sóng bluetooth (RSSI) gửi về hệ thống server để tính toán khoảng cách mà người dùng đang đứng so với điểm truy cập. Ngoài ra board này còn có thể điều khiển, cảnh báo tùy vào các ứng dụng trong toà nhà.

3.3 Thiết kế ứng dụng (App)



Hình 7. Giao diện App cho việc đăng ký và đăng nhập

Áp dụng trên điện thoại android các chức năng như đăng nhập hoặc đăng ký mới kết hợp tính năng xác thực người dùng để đảm bảo việc giám sát, quản lý, tracking. Ngoài ra việc tích hợp thêm các tính năng như chat, kết bạn, chia sẻ vị trí cũng được dùng trong ứng dụng này.



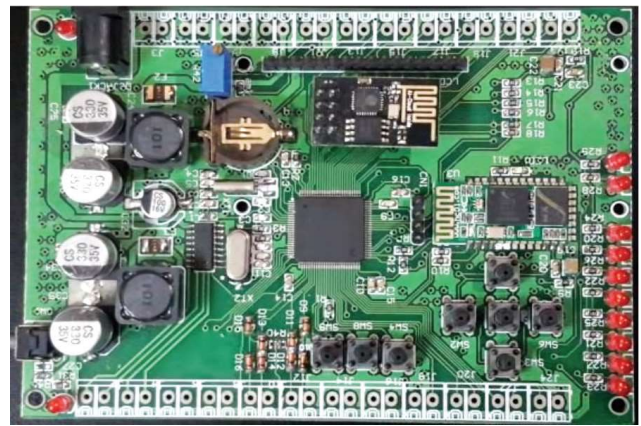
Hình 8. Giao diện quản lý trên hệ thống server

Hệ thống server linh hoạt trong việc khai báo điểm truy cập lắp đặt mới, hoặc thay thế phục vụ việc bảo trì, sửa chữa rất linh hoạt. Giao diện thiết kế thân thiện và dễ sử dụng thuận tiện, linh hoạt trong việc cài đặt (setup) trong các địa điểm của tòa nhà. Ngoài ra hệ thống còn thực hiện các nhiệm vụ như quản lý, giám sát, dẫn đường trong nhà được tính toán và vẽ đường chỉ dẫn trên bản bên trong tòa nhà. Hệ thống trao đổi thông tin (chat), kết

bạn để tạo thêm 1 hệ sinh thái trong trường đại học rộng lớn, bệnh viện, khu vui chơi nếu người dùng là bạn của nhau và đang ở trong cùng 1 khu vực. Bên cạnh đó, hệ thống còn cho phép người quản lý cập nhật các lịch trình về sự kiện sắp xảy ra trong khu vực như hội thảo, chương trình biểu diễn ca nhạc, trò chơi giải trí trong phạm vi khu vực mà người dùng đang ở và người dùng được thông tin về địa điểm, thời gian cụ thể của các sự kiện sắp diễn ra.

4. Thực nghiệm và kết quả

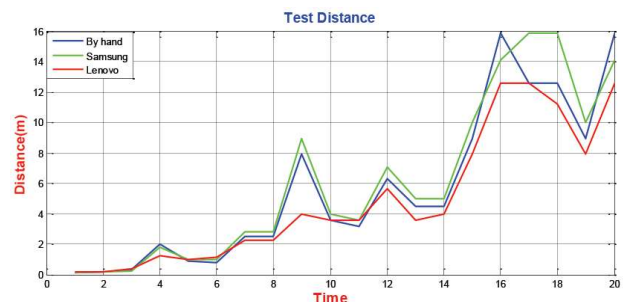
4.1 Mô hình thực nghiệm



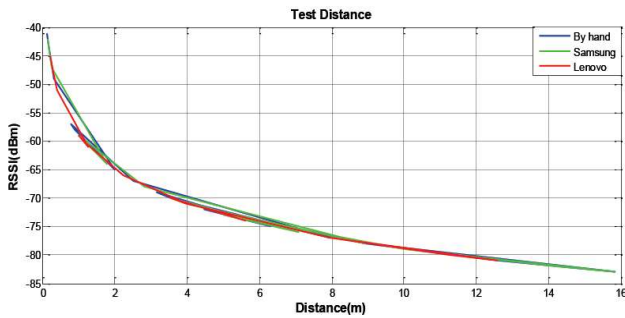
Hình 9. Board mạch hoàn thành

Board mạch đã hoàn thiện với các giao tiếp như bluetooth, wifi, 3G (trong trường hợp mất điện thì hệ thống vẫn hoạt động liên tục mà không bị gián đoạn với nguồn pin dự phòng) để đảm bảo dữ liệu luôn cập nhật về hệ thống.

4.2 Kết quả đo khoảng cách



Hình 10. So sánh kết quả nhận được giữa các thiết bị khác nhau



Hình 11. Cường độ tín hiệu thu được và khoảng cách

4.3 Tracking trong nhà



Hình 12. Vị trí hiện hành của người dùng



Hình 13. Hệ thống dẫn đường khi biết vị trí người dùng cần đến

5. Kết luận

Bài nghiên cứu đã xây dựng và phát triển một ứng dụng định vị không dây trong nhà cho người dùng điện thoại thông minh (*smartphone*) bên cạnh hệ thống ứng dụng GPS hiện hữu vì những hạn chế của hệ thống

GPS trong các toà nhà bị hạn chế. Bên cạnh đã cài đặt các *AP* (*Access-Point*) dành riêng cho khu vực cần định vị và dẫn đường trong các toà nhà rộng lớn của các trường Đại học hay Bệnh viện, khu vui chơi giải trí. Với mô hình thực nghiệm được lắp đặt hệ thống thu thập dữ liệu tại các vị trí cụ thể để cải thiện độ chính xác vị trí của người đi bộ bên trong toà nhà đến các vị trí mong muốn tối ưu nhất. Định vị bằng tín hiệu, bluetooth và Wi-Fi rất dễ thực hiện và chi phí thấp hơn so với các hệ thống định vị khác. Bài nghiên cứu áp dụng một thuật toán học máy đơn giản nhất nhưng đạt hiệu quả để lọc tín hiệu lỗi và tìm vị trí của thiết bị truy cập khi đứng tại vị trí bất kỳ. Hệ thống này có thể được chỉnh sửa phù hợp để áp dụng cho các bãi đậu xe trong nhà, hệ thống phòng lưu trú trong bệnh viện với diện tích lớn (các toà nhà cao tầng), các khu du lịch và các khu vui chơi giải trí nổi tiếng như: Phú Quốc, Vinpearl Land Nha Trang, Công viên Tuần Châu Park, Sun World Hạ Long Park.

Ngoài ra hệ thống còn được tích hợp chức năng Chat, Kết bạn nhằm mục đích tìm kiếm bạn, người quen trong các hội thảo, hội nghị, giảng đường lớp học, các Phòng Ban Chức năng nằm khá xa trong khuôn viên lớn của các trường Đại học, Bệnh viện. Hoặc tìm kiếm nhanh chóng khu vực nơi sắp diễn ra sự kiện quan trọng trong ngày mà người dùng cần tham gia. Hệ thống lắp đặt nhanh chóng, chính xác và tiện lợi cho việc dẫn đường trong nhà, nơi mà hệ thống GPS hầu như không tồn tại. Hệ thống có thể nâng cấp lên bluetooth 4.x hoặc 5.x để thời gian quét (scan) nhanh hơn nhằm đáp ứng thời gian thực hơn trong các ứng dụng trong tương lai của thời đại công nghệ số.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Alarifi, A. Al-Salman, M. Alsaleh, A. Alnafessah, S. Al-Hadhrami, M. Al-Ammar, H. Al-Khalifa, *Ultra Wideband Indoor Positioning Technologies: Analysis and Recent Advances*, J. Sensors 16(5), 707, 2016.
- [2] H. Hofer, G. Retscher, *Seamless navigation using GNSS and Wi-Fi/IN with intelligent checkpoints*, J. Locat. Based Serv. 11, 204-221, 2017.
- [3] B. Han, L. Zhao, *An Indoor Positioning and Navigation Technique Based on Wi-Fi Fingerprint and Environment Information*, CSNC 1, 381-393, 2017.
- [4] S. Yu, S. Jan, D. De Lorenzo, *Indoor navigation using Wi-Fi fingerprinting combined with pedestrian dead reckoning*, IEEE/ION PLANS, 246-253, 2018.
- [5] X. Cai, L. Ye, Q. Zhang, *Ensemble learning particle swarm optimization for real-time UWB indoor localization*, J. Wireless Com Network 125, 2018.
- [6] A. Jiménez, F. Seco, *Finding objects using UWB or BLE localization technology: A museum-like use case*, IPIN, 1-8, 2017.
- [7] H. Liu, H. Darabi, P. Banerjee, and J. Liu, "Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, part C: Applications and Reviews*, vol. 37, no. 6, pp. 1067-1080, 2007.

Ngày nhận bài: 24/05/2023

Ngày gửi phản biện: 10/06/2023

Ngày duyệt đăng: 10/06/2023