

# Thiết kế hệ thống định vị sử dụng phương pháp Roc-rssi

Nguyễn Đăng Thuấn\*, Nguyễn Hữu Tuấn, Lương Vinh Quốc Danh

\*ThS. Trường Cao đẳng nghề Cần Thơ

Received: 22/11/2024; Accepted: 2/12/2024; Published: 10/12/2024

**Abstract:** This paper presents the design and implementation of a localization system using the Ring-Overlapping based on Comparison of Received Signal Strength Indicator (ROC-RSSI). The designed systems, consisting of 5 RF transceiver modules playing roles as 4 Reference nodes and one Target node, can be used to locating position of a moving object within a pre-defined area basing on the received signal strength RSSI. The RSSI values obtained by the Reference nodes are processed using the ROC-RSSI algorithm to determine relative position of the targeted object. In this work, the authors have utilized 6 Texas Instruments CC1120 RF - 169 MHz modules to build the prototype system. Tested results have shown that the system can offer accuracy of up to 80% to 85% within an area of 30m x 30m.

**Keyword:** CC1120 module, Localization, ROCRSSI, RSSI

## 1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, hệ thống định vị được phát triển ngày càng mạnh mẽ và càng ngày càng đạt đến độ chính xác cao. Hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Positioning System) là một hệ thống định vị dựa trên vệ tinh được phát triển bởi Bộ Quốc phòng Mỹ vào đầu năm 1970. Tuy nhiên, đối với môi trường có nhiều vật cản như ở các thành phố có nhiều tòa nhà cao tầng hoặc môi trường trong nhà (indoor) nơi không thể thu được tín hiệu từ các vệ tinh GPS, kỹ thuật định vị dựa trên hệ thống GPS bị hạn chế rất nhiều. Khi đó, các phương pháp định vị như TOA (Time of Arrival), DOA (Direction of Arrival) và RSSI (Received Signal Strength Indicator) là các giải pháp thay thế hiệu quả.

Trong các phương pháp định vị trong môi trường indoor nói trên, phương pháp định vị dựa trên cường độ sóng vô tuyến nhận được RSSI được sử dụng phổ biến do có giải thuật tính toán khá đơn giản và chi phí phần cứng hệ thống thấp hơn các phương pháp TOA và DOA. Đã có nhiều nghiên cứu triển khai ứng dụng phương pháp định vị dựa trên thuật toán RSSI được công bố trong thời gian vài năm gần đây [1-5]. Trong đa số các nghiên cứu ứng dụng phương pháp định vị RSSI, sóng vô tuyến tần số 2.4 GHz được chọn sử dụng do tính phổ biến của các mô-đun thu/phát sóng RF hoạt động ở dải tần này. Tuy nhiên, đối với các ứng dụng trong nhà (indoor), sóng vô tuyến ở dải tần số 2.4 GHz có mức độ suy hao đường truyền cao hơn sóng ở dải tần số thấp như VHF và UHF nên làm hạn chế phạm vi hoạt động của các mô-đun thu/

phát RF cũng như khả năng định vị của hệ thống [6].

Trong bài viết này, tác giả trình bày việc thiết kế và thử nghiệm một mô hình xác định vị trí dựa trên cường độ sóng vô tuyến hoạt động ở tần số 169 MHz. Hệ thống, bao gồm 4 trạm thu/phát tín hiệu tham khảo và 01 trạm phát là đối tượng cần định vị, có khả năng xác định tọa độ 2D của đối tượng (người, vật) di chuyển trong một phạm vi được xác định trước dựa trên mức cường độ tín hiệu sóng điện từ RSSI thu được. Giá trị cường độ sóng RSSI do các trạm tham khảo nhận được từ trạm mục tiêu di động được xử lý bằng thuật toán ROC-RSSI (Ring Overlapping Circle RSSI) để xác định vị trí tương đối của đối tượng mục tiêu so với trạm tham khảo. Giải thuật tính toán được kiểm chứng thực tế thông qua việc xây dựng hệ thống định vị sử dụng 6 mô-đun thu/phát RF CC1120 - 169 MHz của hãng Texas Instruments.

## 2. Hệ thống định vị dựa trên cường độ sóng RSSI



Hình 2.1: Cấu trúc tổng quát của hệ thống định vị.

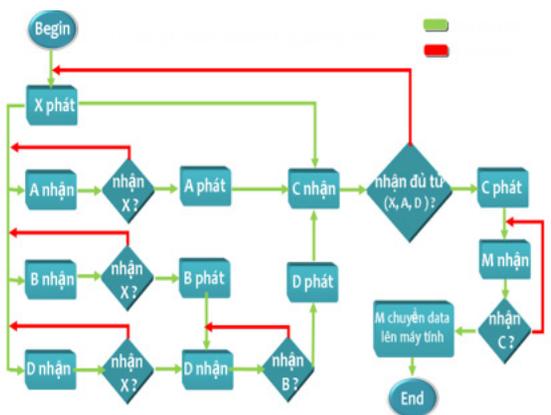
Cấu trúc tổng quát của hệ thống định vị trong nghiên cứu này được trình bày ở Hình 1. Hệ thống

bao gồm 4 trạm thu/phát sóng RF tham khảo (RN) đặt cố định ở các vị trí A, B, C và D. Trạm mục tiêu X là 01 mô-đun thu/phát RF được gắn trên vật thể cố định hoặc di chuyển trong phạm vi giới hạn bởi 4 trạm tham khảo (RN). Một trạm gốc (GN) sử dụng cho việc nhận dữ liệu từ các trạm tham khảo (RN) sau đó đưa lên máy tính để tính toán vị trí của đối tượng quan tâm. Vị trí của mục tiêu sẽ được hiển thị trên máy tính thông qua giao diện phần mềm được tạo bằng ngôn ngữ Matlab.

Cấu tạo của mỗi trạm bao gồm 01 mô-đun thu/phát RF CC1120 – 169 MHz được điều khiển bởi bộ vi xử lý MSP430G2553 do hãng Texas Instruments sản xuất [7]. Hình ảnh thực tế của bộ thu/phát sóng RF tần số 169 MHz được trình bày ở Hình 2.



Hình 2.2: Mô-đun thu/phát RF tần số 169 MHz sử dụng trong nghiên cứu.



Hình 2.3: Lưu đồ truyền/nhận dữ liệu

Hoạt động truyền/nhận dữ liệu giữa các trạm được mô tả theo như lưu đồ ở Hình 3.

Trạm mục tiêu X phát tín hiệu RF đến bốn trạm tham khảo A, B, C và D. Tại các trạm này nhận

được các giá trị  $RSSIX\_A$ ,  $RSSIX\_B$ ,  $RSSIX\_C$  và  $RSSIX\_D$ . Sau đó trạm A sẽ tiếp tục truyền dữ liệu đến trạm C và trạm B sẽ truyền tiếp dữ liệu đến trạm D. Cuối cùng dữ liệu tổng hợp  $RSSIX\_C$ ,  $RSSIX\_A, n\_AC$ ;  $RSSIX\_D, RSSIX-B, n\_BD$  sẽ truyền đến trạm gốc M và truyền lên máy tính ta có được tọa độ điểm mục tiêu X.

### 3. Quan hệ giữa cường độ tín hiệu và khoảng cách

RSSI được định nghĩa là cường độ của tín hiệu nhận được tại máy thu, đơn vị thường được sử dụng là dBm. Giá trị RSSI tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa máy phát và máy thu. Dựa vào mối quan hệ trên, ta có thể tính toán được khoảng cách tương đối giữa 2 thiết bị phát - thu. Trong thực tế, do ảnh hưởng của hiện tượng fading, giá trị RSSI nhận được không ổn định, và phụ thuộc rất lớn vào điều kiện môi trường. Theo phương trình truyền sóng Friis, chúng ta có mối quan hệ sau:

Trong đó, A (tính bằng đơn vị dBm) là công suất tín hiệu thu được ở khoảng cách 1 mét, RSSI là cường độ tín hiệu nhận tại máy thu ở khoảng cách d, n là hệ số truyền sóng đặc trưng của môi trường. Với điều kiện truyền sóng tầm nhìn thẳng (line of sight), n có giá trị bằng 2. Như vậy, Từ công thức trên, nếu 2 tham số A và n được biết, với giá trị RSSI thu được, chúng ta có thể tìm ra khoảng cách d giữa 2 thiết bị truyền-nhận.

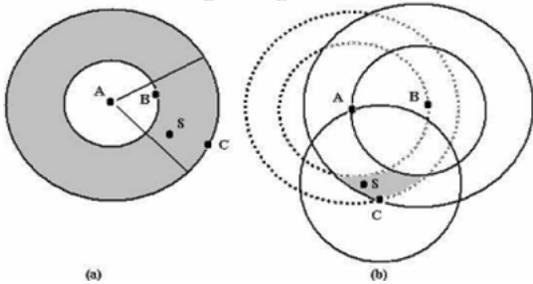
### 4. Thuật toán xác định vị trí dựa trên cường độ sóng vô tuyến RSSI

Để xác định vị trí của mục tiêu, chúng ta cần biết khoảng cách từ trạm mục tiêu đến ít nhất 3 trạm tham khảo. Các giải thuật xác định vị trí dựa trên cường độ sóng RSSI được sử dụng phổ biến là Trilateration, MinMax và ROCRSSI. Trong nghiên cứu này, tác giả chọn sử dụng giải thuật ROCRSSI (Ring Overlapping Circle RSSI) để tính vị trí của mục tiêu [8].

Trên Hình 4, các trạm tham khảo A, B và C có vị trí được xác định trước và nhận tín hiệu từ trạm mục tiêu S. Phương pháp ROCRSSI cho phép xác định vị trí của trạm mục tiêu S dựa vào phần diện tích chồng chéo của các đường tròn có tâm tại vị trí trạm tham khảo để thu hẹp phạm vi xác định. Giả sử A phát ra tín hiệu cho B, C, S. Khi đó, các giá trị RSSI nhận được sẽ là  $RSSIAB > RSSIAS > RSSIAC$ . Từ kết quả này, S có thể nằm trong vùng tô đậm khi S, B, C nằm cùng hướng với A.

Phương pháp ROCRSSI không cố gắng để ánh xạ cường độ tín hiệu nhận được RSSI vào khoảng cách

tuyệt đối điểm-điểm mà chỉ so sánh mối quan hệ về cường độ tín hiệu RSSI và không lệ thuộc vào giá trị tuyệt đối RSSI. Mức độ chính xác của ROCRSSI được dựa trên giả định rằng trong một phạm vi định hướng nhất định, với sự gia tăng khoảng cách giữa nguồn phát và nguồn thu, cường độ tín hiệu nhận được sẽ giảm dần một cách đơn điệu. Giá trị RSSI của mỗi trạm tham khảo còn được xác định bởi các trạm tham khảo lân cận. Bằng cách này, mỗi trạm tham khảo sẽ có thể thu thập đủ thông tin để tạo ra một loạt các đường tròn giao nhau.



Hình 3.1: Nguyên lý giải thuật ROCRSSI

Giải thuật định vị ROCRSSI có thể được thực hiện theo trình tự như sau:

Bước 1: Xác định vùng giao nhau có chứa trạm S

+ Trạm thu A sẽ đo giá trị RSSI của các trạm thu còn lại và so sánh với giá trị RSSI của trạm S gửi về.

+ Những giá trị này sẽ chia thành 2 tập hợp N và F:

- N: tập hợp những giá trị RSSI lớn hơn giá trị RSSI từ S tới A.

- F: tập hợp những giá trị RSSI nhỏ hơn giá trị RSSI từ S tới A.

+ Lấy giá trị lớn nhất trong tập hợp F và tính ra khoảng cách là  $d_1$ ,  $d_1$  là bán kính của đường tròn với tâm là A.

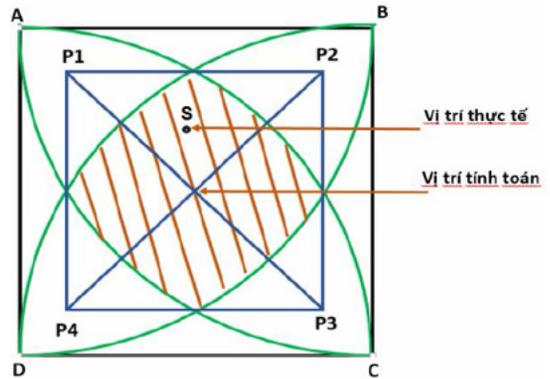
+ Lấy giá trị nhỏ nhất trong tập hợp N và tính được khoảng cách  $d_2$ , với  $d_2$  là bán kính của đường tròn với tâm là A.

Thực hiện tương tự với các trạm tham khảo còn lại để xác định được vùng giao nhau của các đường tròn có chứa trạm mục tiêu S.

Bước 2: Xác định tọa độ tại các điểm giao nhau của các vòng tròn có chứa trạm S.

Dựa vào bán kính của các đường tròn được tạo ra ở Bước 1, ta có thể xác định tọa độ các điểm giao nhau bằng cách cho tất cả các phương trình của các đường tròn đó bằng nhau, giá trị tìm ra được từ phương trình này chính là tọa độ của các điểm giao nhau.

Bước 3: Xác định tọa độ của trạm mục tiêu S.



Hình 3.2: Minh họa cách xác định vị trí của S tại vùng giao nhau của các đường tròn.

Gọi  $x, y$  là giá trị tọa độ của các điểm trong phần giao nhau, phần giao nhau này sẽ được chứa trong hình chữ nhật có các góc được xác định như sau:

+ Phần góc trên bên trái P1: ( giá trị nhỏ nhất của X, giá trị nhỏ nhất của Y).

+ Phần góc trên bên phải P2: ( giá trị lớn nhất của X, giá trị nhỏ nhất của Y).

+ Phần góc dưới bên phải P3: ( giá trị lớn nhất của X, giá trị lớn nhất của Y).

+ Phần góc dưới bên trái P4: ( giá trị nhỏ nhất của X, giá trị lớn nhất của Y).

+ Phần tâm của hình chữ nhật chính là vị trí ước tính của S:

$$x = 0.5(\text{Giá trị lớn nhất của X} - \text{Giá trị nhỏ nhất của X}) + \text{Giá trị nhỏ nhất của X}$$

$$y = 0.5(\text{Giá trị lớn nhất của Y} - \text{Giá trị nhỏ nhất của Y}) + \text{Giá trị nhỏ nhất của Y}$$

Tọa độ của trạm S được xác định bởi:

$$XS = (XP1 + XP3)/2 \text{ hoặc } XS = (XP2 + XP4)/2$$

$$YS = (YP1 + YP3)/2 \text{ hoặc } YS = (YP2 + YP4)/2$$

Việc sử dụng phương pháp ROCRSSI gặp phải một hạn chế là vùng giao nhau của các đường tròn quá lớn. Vì thế, việc xác định tọa độ của trạm mục tiêu S có thể dẫn đến sai số lớn. Giải pháp khắc phục nhược điểm này là áp dụng một cải tiến ở bước 3. Sau khi đã xác định được vùng giao nhau của các vòng tròn có chứa trạm S, chúng ta thực hiện tính toán khoảng cách từ trạm S tới các trạm A, B, C và D dựa trên giá trị RSSI nhận được từ S. Những khoảng cách này được dùng để làm bán kính cho các đường tròn có tâm là A, B, C và D (Hình 6). Từ các bước 2 và 3, chúng ta tính được tọa độ của trạm mục tiêu S.

( Xem tiếp trang 38)

cao đồng đều năng lực khai thác thông tin và dữ liệu của học viên trên internet. Ngoài ra, việc tăng khả năng khai thác nguồn internet sẽ làm tăng chất lượng thông tin kiến thức chuyên môn.

Chiều ngược lại, giảng viên phải thích nghi nhanh nhất với sự thay đổi từ trong bản chất của việc giảng dạy và nhất là trong việc kiểm tra đánh giá. Giảng viên phải nỗ lực làm mới kiến thức của mình và phát triển khả năng thích nghi trong môi trường số toàn cầu.

Về tầm quản lý vĩ mô, nhà trường cũng cần tiếp cận và trang bị cho giảng viên các công cụ cần thiết cho việc kiểm soát sản phẩm học thuật. Khi không theo kịp học viên trong việc khai thác các công cụ số thì giảng viên sẽ có nguy cơ đánh mất chất lượng giảng dạy và nhất là khả năng kiểm tra, đánh giá sinh viên.

Tuy nhiên, với sự phát triển nhanh của công nghệ mới, đôi khi giảng viên không thể nắm bắt hết những khả năng ứng dụng công nghệ của sinh viên. Để bảo đảm an toàn chất lượng của quá trình kiểm tra đánh giá, giảng viên có thể ưu tiên cho các hình thức đánh giá kỹ năng trực tiếp để tránh các dạng sao chép tinh vi không bị phát hiện. Với cách đánh giá kỹ năng trực

tiếp thì những trình bày của sinh viên là sản phẩm đáng tin cậy của quá trình học tập và đào tạo.

#### Tài liệu tham khảo

[1]. <https://sti.vista.gov.vn/tw/Lists/TaiLieuKHCN/Attachments/359942/CVv216V23S152023058.pdf>

[2]. Hargis, J. 2001. Can students learn science using the Internet?. Journal of Research on Computing in Education, 33(4), 475-487.

[3]. Hunjra, A. I., Rehman, K. U. Safwan, N., & Ahmad, A. 2010. Students' attitude towards the uses of Internet, International Journal of Business and Management, 5(6), 46-55.

[4]. Willian, H. M., & Evans, J. J. 2008. Factors in information literacy education. Journal of Political Science Education, 4(1), 116-130.

[5]. Metzler, K. 2022. How ChatGPT Could Transform Higher Education, <https://www.socialsciencespace.com/2022/12/how-chatgpt-could-transform-higher-education/>

[6]. Mitchell, A. 2022. Professor catches student cheating with ChatGPT: 'I feel abject terror'. New YorkPost.

[7]. Mitrano, T. 2023. Coping with ChatGPT. Inside Higher Ed.

---

## Thiết kế hệ thống định vị sử dụng....( tiếp theo trang 6)

Kết quả đo đạc, cho thấy trong môi trường indoor, kết quả ước lượng tọa độ của trạm mục tiêu sử dụng tham số RSSI có sai số lớn hơn giá trị khảo sát trong môi trường outdoor. Nguyên nhân là do tín hiệu vô tuyến bị ảnh hưởng mạnh bởi hiện tượng fading. Độ lệch nhỏ nhất so ở vị trí thực tế là 3.6m (vị trí 2), độ lệch lớn nhất ghi nhận là 7.8m khi mục tiêu đặt tại trung tâm khu vực khảo sát (vị trí 5). Với phạm vi khảo sát là 30m x 30m, mức sai số trung bình ghi nhận được là 5.2m (17%).

### 5. Kết luận

Tác giả đã trình bày việc thiết kế 01 hệ thống định vị dựa trên cường độ sóng vô tuyến sử dụng giải thuật ROCRSSI. Kết quả đo đạc thực nghiệm được thực hiện cho môi trường ngoài trời và trong nhà cho thấy hệ thống có khả năng xác định vị trí 2D của một đối tượng cố định trong phạm vi 30m x 30m và hiển thị kết quả thông qua phần mềm mô phỏng trên máy tính, với độ chính xác 80-85%. Độ chính xác của giải thuật đối với môi trường trong nhà thấp hơn môi trường ngoài trời do ảnh hưởng của hiện tượng fading. Trong thời gian tới, việc tìm hiểu các giải

thuật tốt hơn để cải thiện độ chính xác, phương pháp làm giảm ảnh hưởng của hiện tượng fading, việc cải thiện độ trễ trong tính toán lộ trình của mục tiêu di chuyển là các hướng nghiên cứu tiếp theo của đề tài.

#### Tài liệu tham khảo

1.Cong Zou, A Sol Kim, and Jun Gyu Hwang "Enhanced Positioning Method using WLAN RSSI Measurements considering Dilution of Precision of AP Configuration - ICSNC 2012.

2.Zheng Zhang "Research of An Adjacent Correction Positioning Algorithm Based on RSSI-Distance Measurement", China – 2011.

3.Pratap Kumar Sahu, Eric Hsiao-Kuang Wu, and Jagruti Sahoo, "DuRT: Dual RSSI Trend Based Localization for Wireless Sensor Networks", August 2013.

4.Vũ Đức Lung " Giải thuật định vị vị trí trong không gian 3-D cho thẻ RFID dựa vào cường độ tín hiệu (RSS)", Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ Phần A: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường: 33 (2014): 83-91.