

ĐỊNH VỊ NGUỒN PHÁT SÓNG VÔ TUYẾN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DRSSI CẢI TIẾN

Lê Hải Toàn¹, Nguyễn Thanh Bình², Lương Vinh Quốc Danh¹ và Nguyễn Thị Trâm¹

¹ Bộ môn Điện tử - Viễn thông, Khoa Công nghệ, Đại học Cần Thơ

² Khoa Kỹ thuật Điện tử, Đại học Quốc gia Pukyong, Hàn Quốc

E-mail: lvqdanh@ctu.edu.vn

TÓM TẮT: Nội dung bài viết trình bày việc ứng dụng kỹ thuật định vị RSSI vi sai (Differential Received Signal Strength Indication - DRSSI) để định vị nguồn phát sóng vô tuyến không biết công suất phát dựa vào thông số cường độ sóng nhận được RSSI. Trong phương pháp này, một số lượng thích hợp các trạm thu-phát sóng vô tuyến được sử dụng để thu thập thông số RSSI của tín hiệu phát ra từ nguồn phát sóng vô tuyến cần xác định (mục tiêu). Các thông số này là ngõ vào của một thuật toán có khả năng ước lượng tọa độ 2D của mục tiêu. Độ chính xác của thuật toán ước lượng này phụ thuộc vào số lượng trạm thu-phát sóng vô tuyến lắp đặt và chất lượng của thông số RSSI nhận được. Tác giả đã đề xuất một phương pháp tính toán giúp cải thiện độ chính xác của giải thuật ước lượng cho trường hợp sử dụng 4 trạm thu-phát sóng vô tuyến. Thử nghiệm kiểm chứng cho thấy phương pháp cải tiến cho phép giảm sai số cực đại còn dưới 10%.

Từ khóa: CC1120, Cường độ sóng vô tuyến, DRSSI, Định vị nguồn phát sóng, MSP430, RSSI.

I. GIỚI THIỆU

Định vị nguồn phát sóng vô tuyến là một chủ đề nghiên cứu có nhiều ứng dụng quan trọng trong các lĩnh vực radar, mạng cảm biến không dây và hệ thống viễn thông. Trong mạng cảm biến không dây, dữ liệu thu nhận từ nút cảm biến sẽ không có ý nghĩa nếu thiếu thông tin về vị trí của cảm biến. Tuy nhiên, việc trang bị bộ định vị GPS cho các cảm biến sẽ làm tăng chi phí và không khả thi khi các cảm biến hoạt động ở môi trường trong nhà hoặc rừng cây nơi tín hiệu vệ tinh bị suy giảm mạnh. Dựa trên các yêu cầu về độ chính xác và tính hiệu quả, nhiều phương pháp định vị đã được đề xuất như thời gian đến của tín hiệu (Time-of-Arrival, ToA) [1], chênh lệch thời gian đến của tín hiệu (Time-Difference-of-Arrival, TDoA) [2], cường độ tín hiệu nhận được (Received Signal Strength Indication, RSSI) [3]-[6] và góc đến của tín hiệu (Angle-of-Arrival, AoA) [7]. Hệ thống định vị sử dụng phương pháp ToA và TDoA đòi hỏi sự đồng bộ cao về thời gian giữa các nút cảm biến, hệ thống định vị bằng phương pháp AoA có yêu cầu cao về phần cứng lẫn phần mềm do yêu cầu sử dụng ăng-ten mảng pha. Phương pháp định vị dựa trên cường độ tín hiệu nhận được RSSI thường được chọn sử dụng do có chi phí phần cứng và mức độ phức tạp thấp.

Trong phương pháp RSSI, bằng cách đo cường độ tín hiệu nhận được tại ít nhất 3 trạm giám sát (anchor node), vị trí của một nguồn tín hiệu có thể được xác định bằng phép đo tam giác (trilateration). Mô hình định vị theo RSSI cần thông tin về công suất phát của nguồn tín hiệu. Do đó, các trạm giám sát sẽ không thể xác định vị trí của một trạm mục tiêu nếu không biết trước công suất phát của trạm này. Trong thực tế, việc biết trước công suất phát của nguồn tín hiệu là không khả thi do công suất phát phụ thuộc nhiều yếu tố chẳng hạn như nguồn cấp điện và độ lợi của ăng-ten, trong khi các yếu tố này có thể thay đổi theo thời gian và độ cao lắp đặt cảm biến. Một giải pháp cho vấn đề này là phương pháp định vị RSSI vi sai (Differential Received Signal Strength Indication, DRSSI), trong đó, sự sai biệt về cường độ tín hiệu nhận được giữa 2 trạm giám sát và phép toán ước lượng phù hợp được sử dụng nhằm loại bỏ sự phụ thuộc vào thông số công suất phát của nguồn tín hiệu [6].

Trong bài viết này, tác giả giới thiệu phương pháp định vị DRSSI và trình bày kết quả thí nghiệm kiểm chứng thuật toán định vị cho môi trường ngoài trời sử dụng 4 trạm giám sát. Một phương pháp tính toán giúp cải thiện độ chính xác của giải thuật ước lượng vị trí nguồn tín hiệu cũng được đề xuất trong nghiên cứu này.

Phần còn lại của bài viết được trình bày như sau: phần đầu tiên giới thiệu phương pháp định vị DRSSI và kết quả thực nghiệm kiểm chứng; Phần tiếp theo trình bày phương pháp DRSSI cải tiến với thuật toán hiệu chỉnh tọa độ mục tiêu và kết quả so sánh giữa phương pháp DRSSI tiêu chuẩn và phương pháp cải tiến; Phần cuối cùng là Kết luận.

II. PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH VỊ DRSSI

A. Nguyên lý hoạt động và cấu tạo của hệ thống

Phương pháp định vị nguồn phát sóng vô tuyến dựa trên RSSI sử dụng 4 trạm thu/phát giám sát (anchor node) đặt ở 4 góc của một hình chữ nhật để có thể xác định vị trí của một nguồn phát tín hiệu mục tiêu (target) di chuyển trong phạm vi giới hạn bởi 4 trạm này. Ở Hình 1, các trạm A, B, C, D đóng vai trò trạm giám sát và trạm X là mục tiêu cần xác định vị trí. Trong quá trình hoạt động, các trạm giám sát thu sóng vô tuyến phát ra từ trạm mục tiêu và ghi nhận giá trị RSSI của tín hiệu này. Các giá trị RSSI sau đó được các trạm giám sát gửi về trạm chủ để truyền về máy tính xử lý, tính toán tọa độ của trạm mục tiêu.

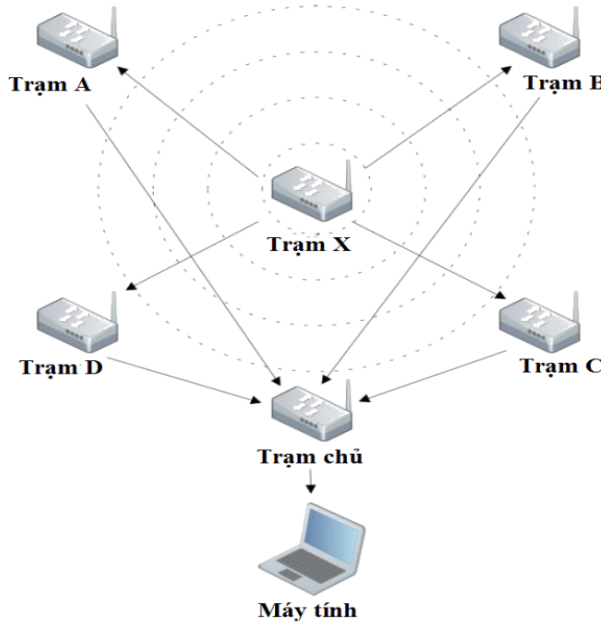
Giả sử, d là khoảng cách giữa trạm X và một trạm giám sát. Khoảng cách này có thể được xác định dựa vào cường độ tín hiệu RSSI nhận được tại trạm giám sát, cụ thể:

$$d = 10^{\left(\frac{RSSI-A}{-10n}\right)} \tag{1}$$

Trong đó,

A: giá trị cường độ tín hiệu nhận được, đo ở khoảng cách 1 m.

n: hệ số tổn hao của môi trường truyền sóng.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý phương pháp định vị bằng cường độ sóng RSSI.

B. Giải thuật định vị DRSSI

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng giải thuật định vị DRSSI được đề xuất bởi [6]. Theo đó, tọa độ của trạm mục tiêu được xác định dựa trên thuật toán gồm các bước sau:

- Tính $P'_{i,1}$

$$P'_{i,1} = 0.1 * \log_{10}(P_i - P_1) \tag{2}$$

Trong đó,

- + P_i là giá trị RSSI thu được tại trạm giám sát thứ i .
- + P_1 là giá trị RSSI thu được tại trạm giám sát thứ nhất.
- + $P'_{i,1}$ là phương sai độ lệch cường độ RSSI thu được giữa trạm thứ i và trạm thứ nhất.

- Tính $r_{i,1}$

$$r_{i,1} = e^{\frac{2P'_{i,1}}{n} - \frac{2}{n^2}(\lambda_i^2 + \lambda_1^2)} \quad \text{với } i = 2, 3 \dots n \tag{3}$$

Trong đó,

- + n là hệ số tổn hao của môi trường truyền sóng
- + λ được tính theo công thức: $\lambda_i^2 = 0.01 * [\ln(10)]^2 \sigma_i^2$ với σ là biến ngẫu nhiên.

- Tính A, B, Λ , Σ' , C_w

☐ Tính ma trận A:

$$A = \begin{bmatrix} 2x_2 - 2r_{2,1}x_1 & 2y_2 - 2r_{2,1}y_1 & r_{2,1} - 1 \\ 2x_3 - 2r_{3,1}x_1 & 2y_3 - 2r_{3,1}y_1 & r_{3,1} - 1 \\ 2x_4 - 2r_{4,1}x_1 & 2y_4 - 2r_{4,1}y_1 & r_{4,1} - 1 \end{bmatrix} \tag{4}$$

Trong đó, các giá trị x_i và y_i được khai báo ban đầu và $r_{i,1}$ được tính như ở trên.

▣ Tính ma trận B và Λ :

$$B = \begin{bmatrix} x_2^2 & y_2^2 - r_{2,1}(x_1^2 + y_1^2) \\ x_3^2 & y_3^2 - r_{3,1}(x_1^2 + y_1^2) \\ x_4^2 & y_4^2 - r_{4,1}(x_1^2 + y_1^2) \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\Lambda = \begin{bmatrix} e^{\frac{4}{n^2}(\lambda_2^2 + \lambda_1^2)} - 1 & e^{\frac{4}{n^2}\lambda_1^2} - 1 & e^{\frac{4}{n^2}\lambda_1^2} - 1 \\ e^{\frac{4}{n^2}\lambda_1^2} - 1 & e^{\frac{4}{n^2}(\lambda_3^2 + \lambda_1^2)} - 1 & e^{\frac{4}{n^2}\lambda_1^2} - 1 \\ e^{\frac{4}{n^2}\lambda_1^2} - 1 & e^{\frac{4}{n^2}\lambda_1^2} - 1 & e^{\frac{4}{n^2}(\lambda_4^2 + \lambda_1^2)} - 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Trong đó, n và λ đã được xác định trước đó.

▣ Tính Σ' :

$$\Sigma' = \text{diag}(r_{2,1}, r_{3,1}, r_{4,1}) \quad (7)$$

$r_{2,1}, r_{3,1}, r_{4,1}$ là các giá trị đã được xác định trước đó.

Diag: tạo ma trận đường chéo và rút ra đường chéo của ma trận

Cú pháp:

Diag(v,k), trong đó v là một vector n phần tử thì kết quả là một ma trận vuông bậc $N+|k|$ các phần tử của v nằm trên đường chéo thứ k.

Diag(X) trả về vector đường chéo chính của ma trận.

$$Cw = \Sigma \Lambda \Sigma \approx \Sigma' \Lambda \Sigma' \quad (8)$$

• Tính $\hat{\theta}$,

$$\hat{\theta} = (A^T C_w^{-1} A)^{-1} A^T C_w^{-1} b \quad (9)$$

Với $\theta = [X \ R]^T$ và $X(x,y)$;

$$C_{\hat{\theta}} \approx (\bar{A}^T C_w^{-1} \bar{A})^{-1} \quad (10)$$

• Ước lượng vị trí

$$Gz = h + q \quad (11)$$

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}^T \quad z = \begin{bmatrix} [\hat{\theta}]_1 & [\hat{\theta}]_2 \end{bmatrix}^T \quad h = \begin{bmatrix} [\hat{\theta}]_1^2 & [\hat{\theta}]_2^2 & [\hat{\theta}]_3 \end{bmatrix}^T$$

$$q = \begin{bmatrix} x^2 - [\hat{\theta}]_1^2 \\ y^2 - [\hat{\theta}]_2^2 \\ R - [\hat{\theta}]_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (x - [\hat{\theta}]_1)(x + [\hat{\theta}]_1) \\ (y - [\hat{\theta}]_2)(y + [\hat{\theta}]_2) \\ R - [\hat{\theta}]_3 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} 2x(x - [\hat{\theta}]_1) \\ 2y(y - [\hat{\theta}]_2) \\ R - [\hat{\theta}]_3 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$Cq = \text{cov}(q) = \text{diag}(2x, 2y, 1) C_{\hat{\theta}} \text{diag}(2x, 2y, 1) \quad (13)$$

$$Cq = \text{diag}(2[\hat{\theta}]_1, 2[\hat{\theta}]_2, 1) C_{\hat{\theta}} \text{diag}(2[\hat{\theta}]_1, 2[\hat{\theta}]_2, 1) \quad (14)$$

$$\hat{z} = (G^T C_q^{-1} G)^T G^T C_q^{-1} h \quad (15)$$

$$\hat{x}_o = \left[\text{sgn}([\hat{\theta}]_1) \sqrt{[\hat{z}]_1} \text{sgn}([\hat{\theta}]_2) \sqrt{[\hat{z}]_2} \right]^T \quad (16)$$

• Tính sai số

$$\text{RMSE}(\hat{X}) = \sqrt{[C_{\hat{\theta}}]_{1,1} + [C_{\hat{\theta}}]_{2,2}} \quad (17)$$

III. THỰC NGHIỆM KIỂM CHỨNG

Để đánh giá độ chính xác của giải thuật xác định tọa độ của mục tiêu, một hệ thống định vị được bố trí trên một khu vực ngoài trời có kích thước 80 m x 80 m (Hình 2). Các trạm giám sát, trạm mục tiêu và trạm chủ sử dụng trong thí nghiệm là module thu/phát sóng vô tuyến CC1120 – 169 MHz do hãng Texas Instruments sản xuất [8]. Hoạt động của module thu/phát sóng CC1120 được thực hiện bởi bộ vi điều khiển MSP430G2553 [9]. Hình 3 trình bày các bộ thu/phát sóng vô tuyến CC1120 – 169 MHz được thiết kế và sử dụng để đo đặc thông số RSSI trong thí nghiệm.



Hình 2. Bố trí thí nghiệm ngoài trời.



Hình 3. Module thu/phát sóng vô tuyến CC1120 – 169 MHz sử dụng trong thí nghiệm.

Đối với các trạm giám sát, vi mạch MSP430G2553 sẽ điều khiển việc thu nhận tín hiệu phát ra từ trạm mục tiêu và gửi thông tin RSSI về trạm chủ. Giá trị RSSI thu nhận được tại các vị trí khác nhau của trạm mục tiêu được tính toán theo giải thuật định vị ở trên. Trong thí nghiệm này, hệ số tổn hao của môi trường truyền sóng n được xác định bằng thực nghiệm và có giá trị bằng 2.06. Kết quả tính toán cùng với sai số được liệt kê ở Bảng 1.

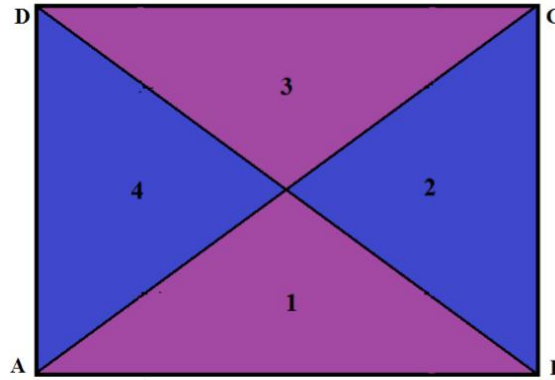
Bảng 1. Kết quả tính toán tọa độ trạm mục tiêu theo phương pháp DRSSI

Mục tiêu	Tọa độ thực tế		Tọa độ tính toán		Sai số
	Hoành độ (m)	Tung độ (m)	Hoành độ (m)	Tung độ (m)	
X1	50	30	49.9	30.1	0.2%
X2	30	55	30.4	53.1	2.4%
X3	25	25	25.1	25.1	0.2%
X4	50	45	49.4	45.1	0.8%
X5	40	40	41.1	41.1	1.9%
X6	80	60	60	50.1	27.9%
X7	80	20	60.6	26.3	25.5%
X8	35	80	36.8	61.7	23.0%
X9	75	15	60	20	19.8%
X10	0	55	16.33	49.9	21.4%

Nhận xét: Kết quả cho thấy, đối với những vị trí nằm gần trung tâm của khu vực thí nghiệm (X1, X2, X3, X4, X5), giải thuật tính toán cho độ chính xác rất cao, với sai số lớn nhất là 2.4%. Tuy nhiên, khi di chuyển ra xa trung tâm khu vực định vị, hoặc khoảng cách từ mục tiêu đến các trạm giám sát có độ chênh lệch lớn thì độ chính xác giảm dần. Đối với những mục tiêu nằm trên cạnh của khu vực định vị (X6, X6, X7, X8, X9, X10), sai số tính toán là rất cao, lên đến khoảng 28%.

IV. PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH VỊ RSSI CẢI TIẾN

Kết quả thực nghiệm của phương pháp định vị DRSSI cho thấy độ chính xác của giải thuật phụ thuộc vào vị trí của mục tiêu trong khu vực định vị. Các vị trí càng gần với đường biên thì sai số định vị càng lớn. Do vậy, để cải thiện độ chính xác của giải thuật ước lượng tọa độ mục tiêu, tác giả đề xuất một thuật toán hiệu chỉnh để giảm thiểu sai số. Theo đó, khu vực định vị được chia thành 4 vùng như trên Hình 4. Các giá trị $RSSI_1 + RSSI_2$, $RSSI_2 + RSSI_3$, $RSSI_3 + RSSI_4$ và $RSSI_4 + RSSI_1$ được so sánh với nhau, giá trị nào lớn nhất thì mục tiêu sẽ nằm trong các khu vực tương ứng 1, 2, 3 và 4. Những vị trí nằm trong khu vực 2 và 4 sẽ có hoành độ bị ước lượng sai lệch. Với những vị trí mục tiêu thuộc khu vực 1 và 3, tung độ của mục tiêu sẽ bị ước lượng sai lệch.



Hình 4. Phân chia khu vực hiệu chỉnh tọa độ mục tiêu

Công thức hiệu chỉnh hoành độ mục tiêu thuộc khu vực 2 và 4 sau hiệu chỉnh được xác định như sau:

$$x_2 = \sqrt{\frac{N_2^2 b^2 - y^2}{N_2^2 - 1}} \quad \text{với } N_2^2 b^2 - y^2 \geq 0 \text{ và } N_2^2 - 1 > 0 \quad (18)$$

$$x_4 = \sqrt{\frac{N_4^2 b^2 - y^2}{N_4^2 - 1}} \quad \text{với } N_4^2 b^2 - y^2 \geq 0 \text{ và } N_4^2 - 1 > 0 \quad (19)$$

Trong đó:

- y : Tung độ mục tiêu.
- $b = L - y$.
- $N_2 = d_2/d_3$ nếu $RSSI_3 > RSSI_2$, $N_2 = d_3/d_2$ nếu $RSSI_2 > RSSI_3$.
- $N_4 = d_1/d_4$ nếu $RSSI_4 > RSSI_1$, $N_4 = d_4/d_1$ nếu $RSSI_1 > RSSI_4$.

Tương tự, công thức hiệu chỉnh tung độ mục tiêu thuộc khu vực 1 và 3 sau hiệu chỉnh được xác định như sau:

$$y_1 = \sqrt{\frac{N_1^2 x^2 - b^2}{N_1^2 - 1}} \quad \text{với } N_1^2 x^2 - b^2 \geq 0 \text{ và } N_1^2 - 1 > 0 \quad (20)$$

$$y_3 = \sqrt{\frac{N_3^2 x^2 - b^2}{N_3^2 - 1}} \quad \text{với } N_3^2 x^2 - b^2 \geq 0 \text{ và } N_3^2 - 1 > 0 \quad (21)$$

Trong đó:

- x : Hoành độ mục tiêu.
- $b = L - x$.
- $N_1 = d_1/d_4$ nếu $RSSI_4 > RSSI_1$, $N_1 = d_4/d_1$ nếu $RSSI_1 > RSSI_4$.
- $N_3 = d_3/d_4$ nếu $RSSI_4 > RSSI_3$, $N_3 = d_4/d_3$ nếu $RSSI_3 > RSSI_4$.

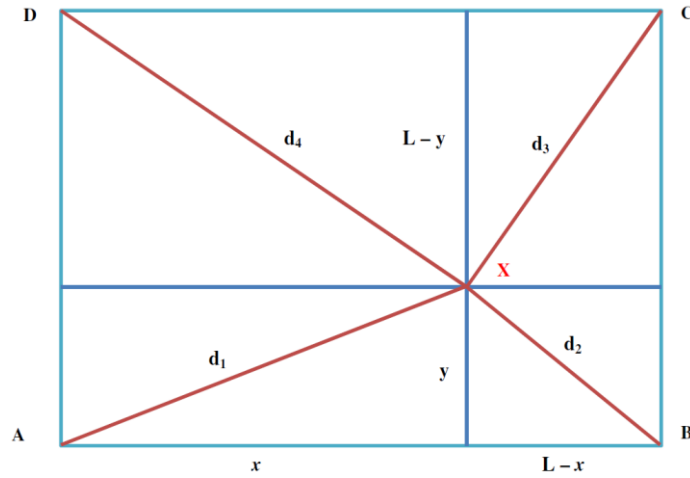
Trong các công thức trên, giá trị của d_1 , d_2 , d_3 , d_4 và b được định nghĩa ở Hình 5. Theo đó,

$$d_1 = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (22)$$

$$d_2 = \sqrt{(L-x)^2 + y^2} \tag{23}$$

$$d_3 = \sqrt{(L-x)^2 + (L-y)^2} \tag{24}$$

$$d_4 = \sqrt{x^2 + (L-y)^2} \tag{25}$$



Hình 5. Mô hình tính toán tọa độ (x,y) của mục tiêu X.

Giá trị của N_1, N_2, N_3 và N_4 được xác định bằng công thức (26):

$$\frac{d_i}{d_j} = 10^{\left(\frac{RSSI_i - RSSI_j}{-10n}\right)} \text{ với } i, j = 1, 2, 3, 4 \tag{26}$$

V. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN KIỂM CHỨNG

Bảng 2 trình bày so sánh kết quả tính toán tọa độ mục tiêu sử dụng thuật toán DRSSI tiêu chuẩn và DRSSI cải tiến. Kết quả cho thấy, sau quá trình hiệu chỉnh, sai số của tọa độ các mục tiêu thuộc các khu vực gần đường biên của vùng định vị được cải thiện đáng kể với sai số cực đại của giải thuật định vị nhỏ hơn 10%. Phương pháp định vị này có thể được ứng dụng trong công tác quản lý tần số để định vị các thiết bị phát sóng vô tuyến không đăng ký hoặc xác định vị trí của các nút cảm biến trong mạng cảm biến không dây.

Bảng 2. So sánh kết quả tính toán giữa 2 giải thuật DRSSI và DRSSI cải tiến.

Mục tiêu	Tọa độ thực tế		Giải thuật DRSSI		Sai số DRSSI	Giải thuật DRSSI cải tiến		Sai số DRSSI cải tiến
	Hoành độ (m)	Tung độ (m)	Hoành độ (m)	Tung độ (m)		Hoành độ (m)	Tung độ (m)	
X1	50	30	49.9	30.1	0.2%	51.4	30.3	1.8%
X2	30	55	30.4	53.1	2.4%	30.5	57.5	3.2%
X3	25	25	25.1	25.1	0.2%	23.8	25.4	1.6%
X4	50	45	49.4	45.1	0.8%	50.2	44.9	0.3%
X5	40	40	41.1	41.1	1.9%	41	41	1.8%
X6	80	60	60	50.1	27.9%	78	60	2.5%
X7	80	20	60.6	26.3	25.5%	78	20	2.5%
X8	35	80	36.8	61.7	23.0%	35	77	3.8%
X9	75	15	60	20	19.8%	78	15.5	3.8%
X10	0	55	16.33	49.9	21.43%	1.37	50.02	6.46%

VI. KẾT LUẬN

Nội dung bài viết này đã trình bày việc nghiên cứu phương pháp định vị DRSSI cùng với thí nghiệm kiểm chứng với một hệ thống định vị gồm có 4 trạm giám sát, một trạm chủ và một trạm mục tiêu trong khu vực ngoài trời có kích thước 80 m x 80 m. Hệ thống có khả năng xác định vị trí của trạm mục tiêu khi không biết công suất phát sử dụng thông số cường độ sóng RSSI. Tác giả đã đề xuất một phương pháp tính toán giúp cải thiện độ chính xác của giải thuật ước lượng tọa độ mục tiêu. Thực nghiệm kiểm chứng cho thấy phương pháp cải tiến cho phép giảm sai số cực đại còn dưới 10%. Trong thời gian tới, nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu giải thuật lọc hiệu quả hơn để loại bỏ nhiễu khi đo đạc các giá trị RSSI và phương pháp phù hợp để định vị mục tiêu trong môi trường truyền sóng có hiện tượng fading.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. N. Patwari, J. N. Ash, S. Kyperountas, A. O. Hero III, R. L. Moses, and N. S. Correal, Locating the nodes: Cooperative localization in wireless sensor networks. *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 22, no. 4, pp. 54–69 (2005).
- [2]. A. Catovic and Z. Sahinoglu, The Cramer-Rao bounds of hybrid TOA/RSS and TDOA/RSS location estimation schemes. *IEEE Commun.Lett.*, vol. 8, no. 10, pp. 626-628, (2004).
- [3]. Ryan J. R. Thompson, Ediz Cetin and Andrew G. Dempster, Unknown Source Localization Using RSS in Open Areas in the Presence of Ground Reflections. *Proceedings of the 2012 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium*, pp. 1018-1027 (2012).
- [4]. R. M. Vaghefi, M. R. Gholami, R. M. Buehrer, and E. G. Strom, Cooperative received signal strength-based sensor localization with unknown transmit powers. *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 61, no. 6, pp. 1389–1403 (2013).
- [5]. H. C. So and L. Lin, Linear Least Squares Approach for Accurate Received Signal Strength Based Source Localization. *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 59, no. 8, pp. 4305-4040 (2011).
- [6]. Lanxin Lin, H.C. So, Y.T. Chan, Accurate and Simple Source Localization Using Differential Received Signal Strength. *Digital Signal Processing Journal*, Volume 23, Issue 3, pp. 736-743 (2013).
- [7]. R. Peng and M. L. Sichitiu, Angle of Arrival Localization for Wireless Sensor Networks. *IEEE Communications Society on Sensor and Ad Hoc Communications and Networks*, no. 1, pp. 374-382 (2006).
- [8]. CC1120 evaluation module 169 MHz. URL: <http://www.ti.com/tool/CC1120EMK-169>.
- [9]. Texas Instruments MSP430G2553. URL: <http://www.ti.com/product/MSP430G2553>.

LOCALIZATION OF AN RF SOURCE USING AN IMPROVED DRSSI METHOD

Le Hai Toan, Nguyen Thanh Binh, Luong Vinh Quoc Danh and Nguyen Thi Tram

ABSTRACT: This paper presents the application of the DRSSI – based localization method (Differential Received Signal Strength Indicator) to localize an RF source with unknown transmitted power based on the received signal strength RSSI. In this approach, an appropriate number of RF transceiver nodes are used to collect the RSSI parameters of the signals emitted by the RF source (target). These parameters are the input of an algorithm capable of estimating 2D coordinates of the target. The accuracy of this estimation algorithm depends on the number of RF transceiver nodes installed and the quality of the received RSSI parameters. The authors have proposed a computational method that improves the accuracy of the estimation algorithm for the use of four transceiver nodes. Experimental results show that the improved method can keep the maximum error below 10%.

Keywords: CC1120, DRSSI, MSP430, RF signal strength, RSSI, Source localization.