DOI: 10.15625/vap.2024.0199

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA THUẬT TOÁN GA VÀ PSO CHO VIỆC TRIỂN KHAI HỆ THỐNG RFID GIÁM SÁT THIẾT BỊ Y TẾ

Lê Văn Hòa[1], Nguyễn Văn Tùng[2,3], Phạm Trung Đức[4], Võ Viết Minh Nhật[5]

[1]Trường Du lịch - Đại học Huế
[2]Trường Đại học Công Thương Tp. HCM
[3]Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế
[4]Trường Đại học Đồng Tháp
[5]Viện Khảo thí và Bảo đảm chất lượng giáo dục - Đại học Huế

levanhoa@hueuni.edu.vn, nvtung@hueuni.edu.vn, ptduc@dthu.edu.vn, vvmnhat@hueuni.edu.vn

TÓM TẮT: *Nhận dạng đối tượng bằng sóng vô tuyến (Radio Frequency Identification - RFID) được xem là một trong những công nghệ nền tảng của IoT đã và đang được triển khai rộng rãi trong đời sống hiện nay. Với đặc điểm nhận dạng nhanh, không dây, tàng hình và khả năng liên lạc đường dài, RFID ít bị cản trở bởi chướng ngại vật và thích ứng tốt với các vật thể di động. Tại các bệnh viện hay các trung tâm y tế, việc thất thoát cũng như tìm kiếm các thiết bị y tế đang là một công việc mệt mỏi, tốn nhiều thời gian, ảnh hưởng lớn đến chất lượng dịch vụ y tế. Do đó, ứng công nghệ RFID trong giám sát thiết bị y tế là một yêu cầu cần thiết. Hơn nữa, mỗi thiết bị y tế có một trị giá và mức độ quan trọng trong khám chữa bệnh riêng, nên việc ưu tiên giám sát đối với các thiết bị có mức độ ưu tiên khác nhau càng trở nên quan trọng. Bài báo này đề xuất ứng dụng giải thuật di truyền (GA) và tối ưu hóa bầy đàn (PSO) trong lắp đặt đầu đọc RFID nhằm giám sát hiệu quả các thiết bị y tế.*

Từ khóa: *Công nghệ RFID, giám sát thiết bị y tế, phân bổ đầu đọc RFID, giải thuật di truyền (GA), giải thuật tối ưu hóa bầy đàn (PSO).*

I. GIỚI THIỆU

Giám sát trang thiết bị y tế là một vấn đề thiết yếu và quan trọng ngày nay ở các bệnh viện cũng như các trung tâm y tế khám chữa bệnh. Theo thống kê hàng năm, lượng tài sản bị mất mát do thất lạc, trộm cắp khoảng 10%. Ngoài ra, thời gian người lao động dành cho việc tìm kiếm trang thiết bị y tế cho công việc thường ngày của mình chiếm khoảng 30% tổng thời gian làm việc [1]. Do đó, quản lý trang thiết bị y tế luôn là công việc mệt mỏi và tốn thời gian, ảnh hưởng không nhỏ đến chất lượng dịch vụ y tế. Một hệ thống quản lý thông minh là cần thiết để quản lý tài sản y tế.

Một số công nghệ giám sát đã được triển khai cho các hệ thống quản lý thông minh như: công nghệ cảm biến bằng hồng ngoại, Bluetooth, ZigBee, thẻ thông minh và nhận dạng tần số vô tuyến (RFID) [2]. Tuy nhiên, việc lựa chọn công nghệ phù hợp để giám sát tài sản y tế cần phải đáp ứng một số yêu cầu như độ chính xác, khả năng tương thích với tài sản y tế, chi phí kinh tế và các thông số kỹ thuật cho giám sát [3].

RFID sử dụng công nghệ vô tuyến để thu thập thông tin nhận dạng từ thẻ hoặc đối tượng được gắn thẻ. Một hệ thống RFID bao gồm các thẻ, đầu đọc và thành phần lưu trữ, xử lý dữ liệu (máy chủ). Thẻ lưu trữ dữ liệu nhận dạng của đối tượng được gắn thẻ. Đầu đọc thẩm vấn dữ liệu nhận dạng của thẻ, nhận dữ liệu phản hồi từ thẻ và chuyển tiếp đến máy chủ để lưu trữ và xử lý sau này [4]. Với đặc điểm là nhận dạng nhanh, không dây, tàng hình và khả năng liên lạc đường dài, hệ thống RFID ít bị cản trở bởi chướng ngại vật và thích ứng tốt với các vật thể di động. Những đặc điểm này làm cho công nghệ RFID đặc biệt phù hợp để giám sát trang thiết bị y tế trong bệnh viện hay trung tâm y tế khám chữa bệnh.

Để giám sát các đối tượng được gắn thẻ, cần phải triển khai một mạng lưới đầu đọc RFID vì bán kính phủ sóng của mỗi đầu đọc RFID bị hạn chế. Việc lắp đặt các đầu đọc trong một không gian làm việc là bài toán xác định vị trí đầu đọc sao cho mạng RFID có thể bao phủ toàn bộ khuôn viên bệnh viện hay trung tâm y tế; vấn đề này được biết đến là vấn đề quy hoạch mạng RFID (RFID Network Planning - RNP). RNP đã được chứng minh là NP-khó [5], thường được giải quyết bởi các phương pháp dựa trên tự nhiên. Đã có một số lượng đáng kể các đề xuất lấy cảm hứng từ tự nhiên, như thuật toán di truyền (Genetic Algorithm - GA) [5], tối ưu hóa bầy đàn (Particle Swarm Optimization - PSO) [6], tìm kiếm chim cúc cu (Cuckoo Search) [7] và thuật toán đom đóm (Firefly Algorithm) [8], và tính hiệu quả của chúng đối với vấn đề RNP là khá ấn tượng.

Mỗi thiết bị y tế được gắn với một số thuộc tính, như trị giá, mức độ quan trọng trong khám chữa bệnh, tần suất được sử dụng, số phiên bản, nên cần có phân biệt mức độ ưu tiên trong việc giám sát. Trong điều kiện lý tưởng, mục đích của việc lắp đặt các đầu đọc là làm sao cho vùng phủ sóng của chúng bao phủ hết toàn bộ vùng làm việc có chứa các thiết bị. Tuy nhiên, chi phí lắp đặt sẽ cao và sẽ xuất hiện một số vị trí lắp đặt đầu đọc không cần thiết. Việc xác định vị trí lắp đặt tối ưu của các đầu đọc (hay giải bài toán RNP) đã được chứng minh là NP-khó nên các phương pháp lấy cảm hứng từ tự nhiên thường được ưu tiên sử dụng. Bài báo này sử dụng phương pháp GA và PSO để lắp đặt vị trí các đầu đọc nhằm giám sát các trang thiết bị y tế có xem xét đến mức độ ưu tiên của thiết bị cần giám sát.

II. CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

Việc triển khai ứng dụng công nghệ RFID trong giám sát trang thiết bị y tế tại bệnh viện hay trung tâm y tế hiện tại chưa có các nghiên cứu liên quan trực tiếp. Tuy nhiên, việc ứng dụng giải pháp dựa trên tự nhiên để giải quyết bài toán RNP thì đã có một số nghiên cứu được triển khai.

Đầu tiên, phương pháp GA cho bài toán RNP được đề xuất bởi Guan và cộng sự [9], trong đó các mục tiêu gồm tối thiểu số đầu đọc cần lắp đặt, tối thiểu mức độ nhiễu, tối đa vùng bao phủ bởi các đầu đọc. Các mục tiêu này được xây dựng thành các hàm mục tiêu thành phần và giá trị fitness (giá trị hàm mục tiêu) là tổng có trọng số các hàm mục tiêu thành phần này. Guan và cộng sự cũng đề xuất một mô hình mã hóa đa mức cho các nhiễm sắc thể, trong đó mức một quyết định vị trí được chọn của đầu đọc, mức hai quyết định loại ăng ten và mức ba là độ suy giảm tín hiệu. Ứng dụng của GA vào vấn đề RNP trong [10] được Botero & Chaouchi xem xét trên sáu mục tiêu: tối thiểu vùng chồng lấp giữa các đầu đọc, tối thiểu số đầu đọc cần sử dụng, tối đa số thẻ được bao phủ, tối thiểu số đầu đọc định vị ngoài vùng làm việc, tối thiểu số đầu đọc dư thừa và tối thiểu số lượng thẻ định vị trong vùng đọc chồng lấp. Các mục tiêu này được xây dựng thành các hàm mục tiêu và được tính tổng có trọng số để tạo thành hàm fitness cho giải thuật di truyền.

Đối với phương pháp PSO, Giampaolo và cộng sự [11] xem xét các tham số môi trường bao gồm các ràng buộc về công suất/độ phơi sáng trong phạm vi UHF được mã hóa thành các tham số hình học, như khoảng cách và hình dạng, biến bài toán điện từ thành bài toán hình học. Kết quả thực nghiệm cho thấy phương pháp được đề xuất đạt được hiệu quả nhất định, nhưng số lượng đầu đọc được triển khai cũng có tác động đáng kể đến độ phức tạp và chi phí của mạng RFID. Trong [12], Gong và cộng sự đã phát triển từ phương pháp PSO với toán tử loại bỏ đầu đọc dự kiến để giải quyết bài toán RNP.

GA và PSO là hai phương pháp được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm cho việc giải quyết bài toán RNP. GA và PSO cũng có thể được kết hợp với nhau hoặc mỗi phương pháp này được kết hợp với các kỹ thuật khác. Cụ thể, mô hình GA-PSO, sự kết hợp giữa GA và PSO, được đề xuất để giải quyết bài toán RNP của các hệ thống RFID quy mô lớn [13]. Ý tưởng chính là chia quần thể PSO thành nhiều nhóm và sử dụng các chiến lược chọn lọc và đột biến di truyền để cải thiện các quy tắc động của bầy đàn. Kết quả mô phỏng cho thấy GA-PSO đạt được giải pháp vượt trội so với PSO tiêu chuẩn.

PSO có thể được kết hợp với toán tử loại bỏ đầu đọc dư thừa (Redundant Reader Elimination - RRE) [12], được gọi là PSO-RRE, để giảm thiểu số lượng đầu đọc cần thiết, trong đó toán tử RRE tạm thời xóa các đầu đọc trong quá trình PSO và có thể khôi phục các đầu đọc đã xóa sau một vài thế hệ nếu việc xóa làm giảm phạm vi bao phủ của thẻ. Bằng cách sử dụng RRE, PSO-RRE có thể điều chỉnh thích ứng số lượng đầu đọc được sử dụng để cải thiện hiệu suất tổng thể của mạng RFID. Để đánh giá tính hiệu quả, sáu yêu cầu của RNP và các kịch bản hoạt động RFID trong thế giới thực được xem xét. Kết quả thử nghiệm cho thấy PSO-RRE đạt được độ bao phủ cao hơn và ít đầu đọc hơn so với một số thuật toán được so sánh.

GA cũng có thể được tích hợp với kỹ thuật loại bỏ đầu đọc dư thừa trong quy trình hai giai đoạn (được gọi là GA-RRE) để giảm thiểu số lượng đầu đọc cần lắp đặt [14]. Trước tiên, GA tìm vị trí tối ưu của đầu đọc về phạm vi bao phủ thẻ tối đa, số lượng đầu đọc tối thiểu được sử dụng và mức độ nhiễu tối thiểu. Đối với kỹ thuật RRE, một chính sách được đưa ra để loại bỏ các đầu đọc dư thừa mà không ảnh hưởng hoặc ít ảnh hưởng đến hiệu quả thẩm vấn thẻ. Số lượng đầu đọc ứng viên được giới hạn để giảm độ phức tạp tính toán. Vùng làm việc được chia lưới, trong đó mỗi ô (cell) là một vị trí ứng viên để lắp đặt đầu đọc. Kết quả mô phỏng cho thấy rằng, với một số trường hợp kích thước ô được khảo sát, GA-RRE hoạt động tốt hơn về phạm vi bao phủ thẻ, độ nhiễu và số lượng đầu đọc được lắp đặt.

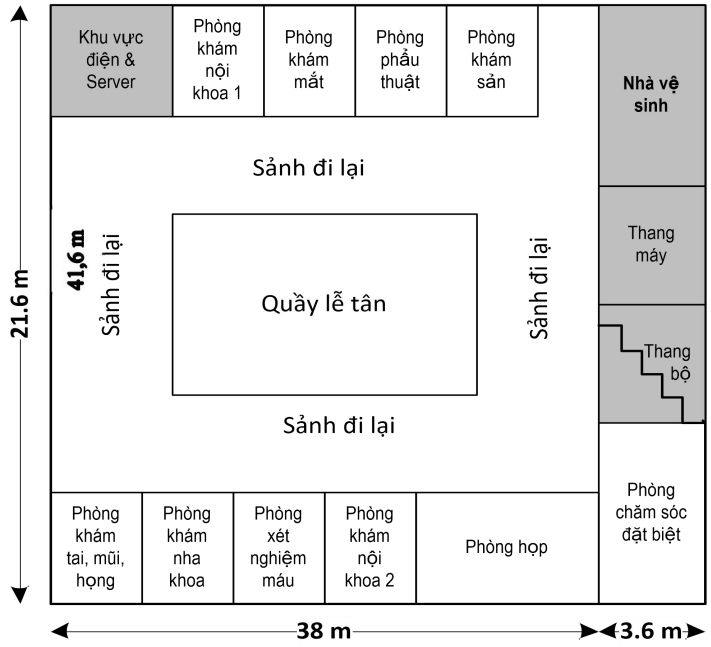
Tuy nhiên như được đề cập ở trên việc phân chia các đối tượng giám sát (đối tượng gắn thẻ) theo mức độ ưu tiên chưa được nghiên cứu nào xem xét đến. Do đó, nghiên cứu này sẽ sử dụng giải thuật HGA (Healthcare GA), HPSO (Healthcare PSO) và HGA-REE (Healthcare GA - REE), HPSO-REE (Healthcare PSO - REE) trong giám sát các trang thiết bị y tế theo giá trị và mức độ ưu tiên của các thiết bị này trong khám chữa bệnh tại bệnh viện hay trung tâm y tế.

III. BÀI TOÁN GIÁM SÁT THIẾT BỊ Y TẾ THEO MỨC ĐỘ ƯU TIÊN

A. Mô tả bài toán

Để thuận tiện cho việc triển khai chúng tôi tiến hành khảo sát trung tâm y học gia đình là đơn vị trực thuộc Trường Đại học Y - Dược Huế; nơi để sinh viên y khoa thực tập và phục vụ khám chữa bệnh. Cũng như các đơn vị chăm sóc sức khỏe khác, việc mất mát và thất lạc tài sản là một vấn đề nghiêm trọng đối với trung tâm này. Một hệ thống giám sát tài sản y tế đầy đủ là điều kiện tiên quyết để quản lý tài sản y tế đồng thời đáp ứng các ràng buộc y tế khác.

Khuôn viên của trung tâm y học gia đình gần như hình vuông (Hình 1), và các khu vực màu trắng, bao gồm phòng khám chữa bệnh, kho tài sản, hành lang,... là những nơi cần theo dõi tài sản y tế. Các khu vực màu xám, bao gồm khu vực điện và máy chủ, cầu thang, nhà vệ sinh,..., là những vị trí mà tài sản y tế không bao giờ xuất hiện. Các vùng màu trắng được gọi là không gian làm việc, cần được giám sát để nhân viên y tế có thể tìm thấy tài sản y tế.



Hình 1. Khuôn viên cần giám sát tại trung tâm y học gia đình, bệnh viện Trường Đại học Y - Dược Huế

Mỗi thẻ RFID được gắn vào một tài sản để xác định và định vị vị trí của nó. Giả sử các tài sản được phân bổ trong khu vực làm việc như (Hình 1), trong đó 12 loại tài sản hiện có tại trung tâm y học gia đình, được giám sát khác nhau thể hiện bằng các màu khác nhau. Mỗi tài sản gắn liền với các đặc điểm, bao gồm trị giá, tần suất sử dụng, số lượng và vai trò cấp thiết trong điều trị y tế, được các chuyên gia y tế của trung tâm y học gia đình cung cấp giá trị (Bảng 1). Các giá trị này sau đó được chuẩn hóa trong phạm vi [0,1] theo phương trình (1).

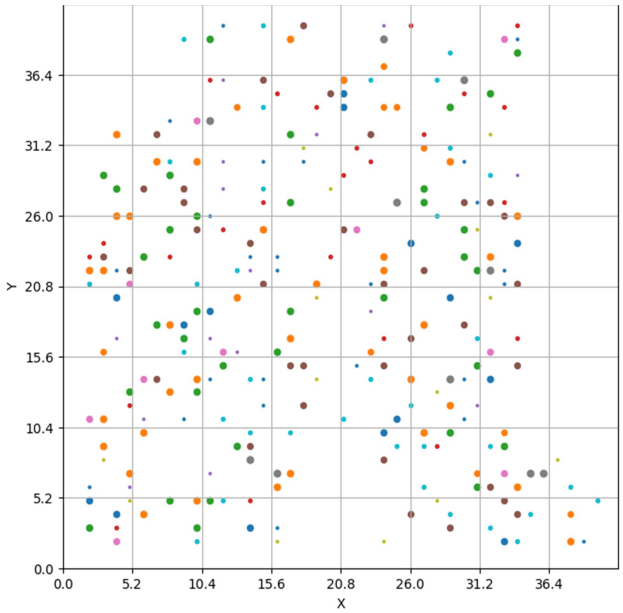
$$x_n = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \tag{1}$$

trong đó: x_n là giá trị chuẩn hóa của x, giá trị đặc trưng của từng tài sản; $\max(x)$ và $\min(x)$ là các giá trị tối đa và tối thiểu trong phạm vi giá trị của từng thuộc tính. Các giá trị cao, trung bình và thấp được số hóa lần lượt là 0,9, 0,5 và 0,1. Giá trị chuẩn hóa của từng nội dung cuối cùng được xác định bằng tổng trọng số của các giá trị đặc tính của nó (w_k, k = 1…4). Kích thước của hình tròn nhỏ trong (Hình 2) thể hiện độ lớn giá trị chuẩn hóa của từng thiết bị.

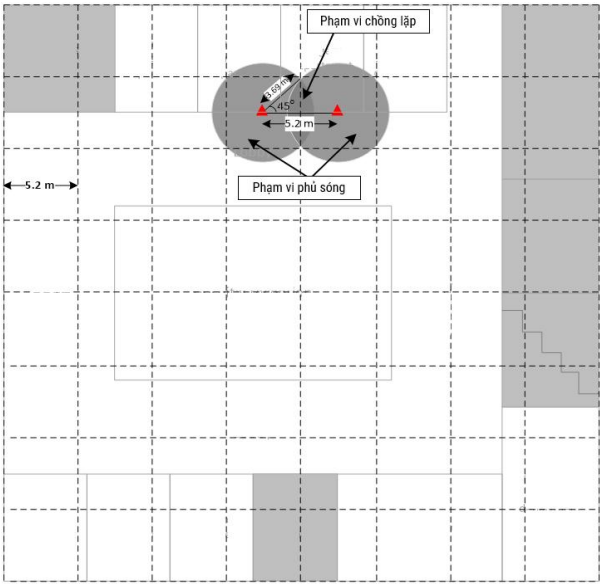
Bảng 1. Xác định mức độ ưu tiên theo giá trị chuẩn hóa của trang thiết bị y tế

TT	Tài sản	Trị giá ($) ($w_1$=0.25)		Tính thường xuyên sử dụng (w_2=0.2)		Số lượng (w_3=0.1)		Mức độ quan trọng (w_4=0.45)		Giá trị chuẩn hóa
		Ban đầu	Chuẩn hóa	Ban đầu	Chuẩn hóa	Ban đầu	Chuẩn hóa	Ban đầu	Chuẩn hóa	
1	Màn hình ECG	1000	0,323	Bình thường	0,5	20	0,2	Cao	0,9	1,0242
2	Bộ sơ cứu	166	0,041	Thấp	0,1	10	0	Cao	0,9	0,8403
3	Ống nghe tim phổi	60	0,005	Cao	0,9	40	1	Cao	0,9	1,0914
4	Cân sức khỏe, thước đo	100	0,019	Cao	0,9	30	0,6	Thấp	0,1	0,3414
5	Cột truyền dịch	50	0,002	Thấp	0,1	20	0,2	Thấp	0,1	0,1438
6	Túi oxy	44	0	Thấp	0,1	40	1	Cao	0,9	0,9300
7	Máy đo nhịp tim thai kỳ	430	0,131	Bình thường	0,5	10	0	Cao	0,9	0,9426
8	Máy hô hấp	3000	1	Cao	0,9	10	0	Cao	0,9	1,2400
9	Cáng	280	0,08	Thấp	0,1	20	0,2	Thấp	0,1	0,1633
10	Đèn phẫu thuật	480	0,147	Cao	0,9	40	1	Thấp	0,1	0,4069
12	Xe lăn	100	0,019	Thấp	0,1	30	0,6	Thấp	0,1	0,1814

Giả định rằng các đầu đọc RFID đều có đặc tính đồng nhất và phạm vi phủ sóng hình tròn với bán kính là r = 3,69 m [14]. Để rời rạc hóa và hạn chế số lượng vị trí lắp đặt có thể cho các đầu đọc trong vùng làm việc, chúng tôi tiến hành chia lưới không gian làm việc thành N dòng và M cột ô (cell) như mô tả trong (Hình 3). Mỗi ô đại diện cho một vị trí ứng viên để lắp đặt đầu đọc.



Hình 2. Kích thước các hình tròn thể hiện giá trị của 12 thiết bị giám sát với màu sắc khác nhau



Hình 3. Khoảng cách giữa hai đầu đọc

Trạng thái của một ô tại vị trí (i,j), $i = 1...N$ và $j = 1...M$, được biểu diễn bằng một giá trị nhị phân c_{ij}, trong đó $c_{ij} = 1$ nếu ô (i,j) được chọn để lắp đặt đầu đọc và $c_{ij} = 0$ nếu ô (i,j) không được chọn để lắp đặt bất kỳ đầu đọc nào. Vấn đề giám sát trang thiết bị y tế trở thành vấn đề tìm một tập hợp các ô sao cho các đầu đọc được lắp đặt tại đó có thể tối đa hóa vùng phủ sóng các thiết bị cần giám sát, đồng thời đáp ứng các ràng buộc như giảm thiểu chi phí kinh tế và giảm thiểu tiêu thụ năng lượng.

B. Các tiêu chí giám sát

1. Chỉ số đo lường giá trị thiết bị y tế

Mỗi thiết bị y tế được liên kết đến một số thuộc tính quan trọng như trị giá, tần suất sử dụng, số lượng và mức độ quan trọng trong chăm sóc sức khỏe. Những đặc điểm này được tổng hợp để tạo thành một chỉ số đo lường giá trị thiết bị y tế. Trong trường hợp đơn giản, chỉ số đo lường này có thể được tính bằng cách lấy tổng có trọng số của các thành phần trên, như trong phương trình (2).

$$C_a(k) = v_1 P_a(k) + v_2 F_a(k) + v_3 N_a(k) + v_4 I_a(k) \tag{2}$$

trong đó: $P_a(k)$, $F_a(k)$, $N_a(k)$, và $I_a(k)$ lần lượt là trị giá, tần suất sử dụng, số lượng và mức độ quan trọng trong chăm sóc sức khỏe của thiết bị y tế được đánh dấu k^{th}; v_h là trọng số phản ánh sự quan trọng của thuộc tính h^{th} $\sum_{h=1}^{4} v_h = 1$.

Một đầu đọc được lắp đặt tại ô (*i, j*) bao phủ một tập hợp các thẻ T_{ij}. Chỉ số đo lường tài sản thiết bị y tế được bao phủ bởi đầu đọc này được xác định bằng phương trình (3).

$$C_a(T_{ij}) = \sum_{k \in T_{ij}} C_a(k) \tag{3}$$

Mục tiêu của vấn đề này là cần tối đa hóa chỉ số đo lường giá trị thiết bị y tế được bao phủ, như trong phương trình (4):

$$\text{Tối đa } f_1 = \sum_{i,j=1}^{N,M} C_a(T_{ij}) c_{ij} \tag{4}$$

2. Chỉ số hiệu quả kinh tế

Chi phí kinh tế của hệ thống giám sát dựa trên công nghệ RFID phụ thuộc vào số lượng đầu đọc được triển khai. Gọi C_r là chỉ số hiệu quả kinh tế của việc lắp đặt một đầu đọc cụ thể. Mục tiêu chính là giảm thiểu chi phí liên quan đến việc triển khai đầu đọc, điều này được mô tả bằng phương trình (5).

$$\text{Tối thiểu } f_2 = \sum_{i,j=1}^{N,M} c_{ij} C_r \tag{5}$$

3. Hàm mục tiêu

Kết hợp các phương trình (4) và (5) hàm mục tiêu của việc tối ưu hóa thiết bị giám sát được viết lại như trong phương trình (6).

$$\text{Tối thiểu } f = W_1(1 - f_1)^2 + W_2 f_2 \tag{6}$$

IV. GIẢI THUẬT LẮP ĐẶT ĐẦU ĐỌC CHO VIỆC GIÁM SÁT

Trong các giải thuật lắp đặt đầu đọc RFID thì giải thuật GA và giải thuật PSO là hai giải thuật được sử dụng nhiều và hiệu quả nhất, nên chúng tôi sử dụng hai giải thuật này trong bài toán lắp đặt đầu đọc giám sát thiết bị y tế. Ngoài ra, để giảm thiểu số lượng đầu đọc cần sử dụng trong hệ thống chúng tôi sẽ kết hợp kỹ thuật loại bỏ đầu đọc dư thừa (RRE - Redundant Reader Elimination) chi tiết như được trình bày ở phần sau:

A. Giải thuật HGA

Giải thuật GA là một trong những phương pháp tối ưu hóa được áp dụng rộng rãi trong các bài toán phân bổ tài nguyên và tối ưu hóa tổ hợp. Để áp dụng GA vào bài toán phân bổ đầu đọc RFID nhằm giám sát trang thiết bị y tế tại bệnh viện hay trung tâm y tế, chúng tôi đặt tên cho giải thuật này là HGA (Healthcare Genetic Algorithm) với chi tiết như sau:

Bước 1. Khởi tạo quần thể: Tạo ra một quần thể ban đầu các cá thể (giải pháp phân bổ vị trí các đầu đọc) trong vùng làm việc theo kích thước ô lưới (ví dụ: kích thước lưới 5,2, 2,6 m^2,...). Các cá thể ban đầu sẽ được tạo ngẫu nhiên.

Bước 2. Đánh giá hiệu quả theo hàm mục tiêu: Đánh giá hiệu quả của mỗi cá thể trong quần thể dựa trên hàm mục tiêu phương trình (5).

Bước 3. Chọn lọc tự nhiên: Chọn ra một số lượng cá thể tốt nhất từ quần thể hiện tại để trở thành cha mẹ của thế hệ tiếp theo. Hay chọn ra các giải pháp có giá trị hàm mục tiêu tốt nhất để đưa vào quá trình lai ghép, đột biến nhằm tạo ra các cá thể mới tối ưu hơn.

Bước 4. Lai ghép: Quá trình lai ghép có thể thực hiện tại một điểm, nhiều điểm, hoặc lai ghép chéo,... Quá trình này làm cho các cá thể con có thể kế thừa các đặc điểm tốt từ cha mẹ.

Bước 5. Đột biến: Thực hiện quá trình đột biến trên các cá thể con để tạo ra sự đa dạng các giải pháp phân bổ đầu đọc RFID. Quá trình đột biến có thể thực hiện tại một điểm hoặc nhiều điểm.

Bước 6. Tạo thế hệ mới: Tạo ra thế hệ cá thể mới bằng cách kết hợp các cá thể con mới với một số cá thể cha mẹ tinh hoa được chọn lọc từ thế hệ trước.

Bước 7. Kết thúc giải thuật: Quá trình này sẽ được lặp lại từ Bước 2 đến Bước 5 ở trên trong một số lần lặp cố định hoặc cho đến khi đạt được một giải pháp tối ưu.

B. Giải thuật HPSO

Thuật toán tối ưu hóa bầy đàn PSO là một thuật toán nhằm giải quyết các bài toán tối ưu hóa trên một mô hình quần thể hay bầy đàn. Các cá thể (particle) trong PSO có thể biểu diễn vị trí ứng viên cho các đầu đọc RFID trong vùng làm

việc theo kích thước mắt lưới như được mô tả ở trên. Do đó, giải thuật PSO ứng dụng trong vấn đề phân bổ thiết bị giám sát y tế có tên gọi là HPSO (Healthcare Particle Swarm Optimization):

Bước 1. Xây dựng cá thể: Mỗi cá thể trong HPSO biểu diễn một phương án phân bổ đầu đọc theo kích thước mắt lưới.

Bước 2. Xây dựng quần thể: Tạo ra một quần thể ban đầu của các cá thể. Các giá trị ban đầu của các biến trong cá thể có thể được chọn ngẫu nhiên hoặc thông qua một quy tắc nhất định. Trong bài báo này, chúng tôi tiến hành chọn ngẫu nhiên.

Bước 3. Đánh giá hàm mục tiêu: Với mỗi cá thể tiến hành đánh giá hàm mục tiêu theo phương trình (5).

Bước 4. Cập nhật vận tốc và vị trí: Để tiến tới giải pháp tối ưu, mỗi cá thể cập nhật vận tốc và vị trí của nó. Vận tốc tương ứng với sự thay đổi vị trí của từng đầu đọc trong vùng làm việc. Quá trình cập nhật này dựa trên vị trí tốt nhất của chính cá thể và vị trí tốt nhất của toàn bộ quần thể.

Bước 5. Đánh giá và so sánh: Đánh giá hiệu quả của các cá thể dựa trên hàm mục tiêu. So sánh kết quả của các cá thể để xác định cá thể tốt nhất trong quần thể.

Bước 6. Cập nhật vị trí tốt nhất: Lưu trữ vị trí tốt nhất của các đầu đọc mà cá thể đã đạt được trong lịch sử. Nếu một cá thể tốt hơn được tìm thấy vị trí cá thể này sẽ được cập nhật là tốt nhất.

Bước 7. Kết thúc giải thuật: Quá trình này sẽ được lặp lại từ Bước 3 đến Bước 6 ở trên trong một số lần lặp cố định hoặc cho đến khi đạt được một giải pháp tối ưu.

C. Giảm số đầu đọc dư thừa

Để góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế của giải pháp, chúng tôi tiến hành thêm kỹ thuật loại bỏ đầu đọc dư thừa ở cả hai giải thuật là HGA và HPSO. Các giải thuật có kết hợp loại bỏ đầu đọc dư thừa có tên là HGA-RRE và HPSO-REE, chi tiết chính sách loại bỏ đầu đọc dư thừa như sau:

Quá trình này được thực hiện khi chúng tôi tiến hành tắt luân phiên các đầu đọc, việc tắt một đầu đọc mà không làm giảm giá trị thẻ được bao phủ hoặc giảm ở mức dưới 1% so với giá trị bao phủ ban đầu thì đầu đọc này sẽ được loại bỏ. Việc loại bỏ các đầu đọc dư thừa sẽ dừng lại khi tất cả các đầu đọc được đặt đã được xem xét. Kỹ thuật này không làm tăng đáng kể độ phức tạp của thuật toán nhưng làm tăng đáng kể hiệu quả kinh tế.

V. MÔ PHỎNG VÀ PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

Các kết quả mô phỏng được thực hiện trên máy tính PC 11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz, 8GB RAM. Trường hợp điển hình là Trung tâm Y học Gia đình - Bệnh viện Trường Đại học Y - Dược Huế, có khuôn viên hình vuông rộng 41,6×41,6 m^2. Có ba kích thước ô được chia lưới là 5,2, 2,6 và 1,3 m^2, tương ứng với 2, 1 và ½ lần bán kính chuẩn hóa của phạm vi bao phủ vòng tròn của đầu đọc. Với bán kính r = 3,69 m của mỗi đầu đọc thì bán kính chuẩn hóa được xác định là r_n = 3,69×cos(45o) ≈ 2,6 m. Kích thước ô 5,2; 2,6 và 1,3 m^2 cho số ô của Trung tâm Y học Gia đình dạng lưới lần lượt là 8×8, 16×16 và 32×32. Các tham số liên quan đến nội dung được gắn thẻ được đưa ra trong (Bảng 1). Ngoài ra, các tham số mô phỏng cho từng giải thuật khác nhau được mô trong (Bảng 2).

Bảng 2. Các tham số mô phỏng

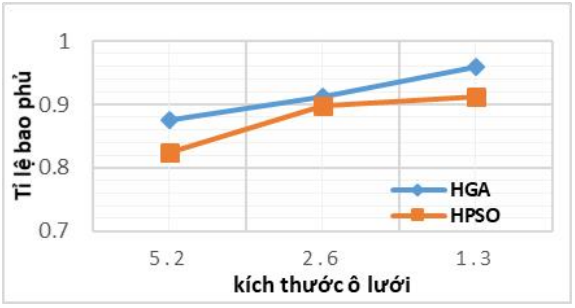
Tham số	**Giá trị**
Số lượng thẻ (Tag)	265 thiết bị
Trọng số fitness	w_1 =0,6; w_2 =0,4
Hàm fitness	phương trình (5)
Điều kiện dừng	qua 100 thế hệ hoặc 5 thế hệ fitness không đổi
Bán kính đầu đọc	3,69 m
Các tham số của HGA	
Phương pháp lựa chọn	8 cá thể có hàm mục tiêu tốt nhất
Phương pháp lai ghép	tại một điểm
Phương pháp đột biến (xác suất)	tại một gen (0,1)
Chọn lựa thế hệ tiếp theo	30% cha mẹ tinh hoa và 70% con tốt nhất
Các tham số của HPSO	
w (trọng số tương tác giữa cá thể và quần thể)	0,7
c_1 (hệ số tương tác giữa các cá thể)	1,5
c_2 (hệ số tương tác toàn quần thể)	1,5
Các tham số của REE	
Việc tắt đầu đọc không hoặc làm giảm dưới 1% giá trị bao phủ các thẻ	

Mục tiêu mô phỏng bao gồm:

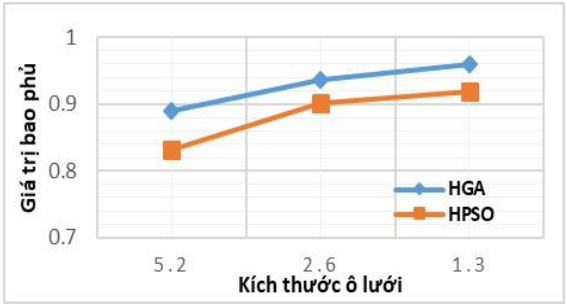
- So sánh tỉ lệ bao phủ các thẻ (số thẻ được giám sát/tổng số thẻ trong hệ thống) và giá trị bao phủ các thẻ (tổng giá trị các thẻ được bao phủ/tổng giá trị các thẻ trong hệ thống) giữa các giải thuật khác nhau.
- So sánh hiệu quả khi sử dụng chính sách giảm số đầu đọc dư thừa.

A. Tỉ lệ bao phủ và giá trị bao phủ

Như chúng ta có thể nhìn thấy trong (Hình 4) và (Hình 5) tỉ lệ bao phủ và giá trị bao phủ thay đổi tùy theo kích thước ô khác nhau. Khi kích thước ô giảm, giá trị của các tiêu chí này sẽ tăng lên. Lý do là kích thước ô càng nhỏ thì việc chia lưới càng mịn và số lượng ô ứng cử viên được chọn để đặt đầu đọc càng lớn. Kết quả là các tiêu chí sẽ tiến gần hơn đến giá trị tối ưu. Tuy nhiên, hạn chế về mặt thời gian tính toán tăng lên đáng kể (Hình 6).



Hình 4. Tỉ lệ bao phủ của HGA và HPSO theo kích thước ô lưới khác nhau



Hình 5. Giá trị bao phủ của HGA và HPSO theo kích thước ô lưới khác nhau



Hình 6. Thời gian thực hiện HGA và HPSO theo kích thước ô lưới khác nhau

Tuy nhiên, trong hai giải thuật HGA và HPSO thì HGA cho hiệu quả tốt hơn so với HPSO, cụ thể trung bình là tốt hơn 6% về tỉ lệ bao phủ và 7,5% về giá trị bao phủ về thời gian thực hiện giải thuật thì HGA cũng tốt hơn 8% so với HPSO.

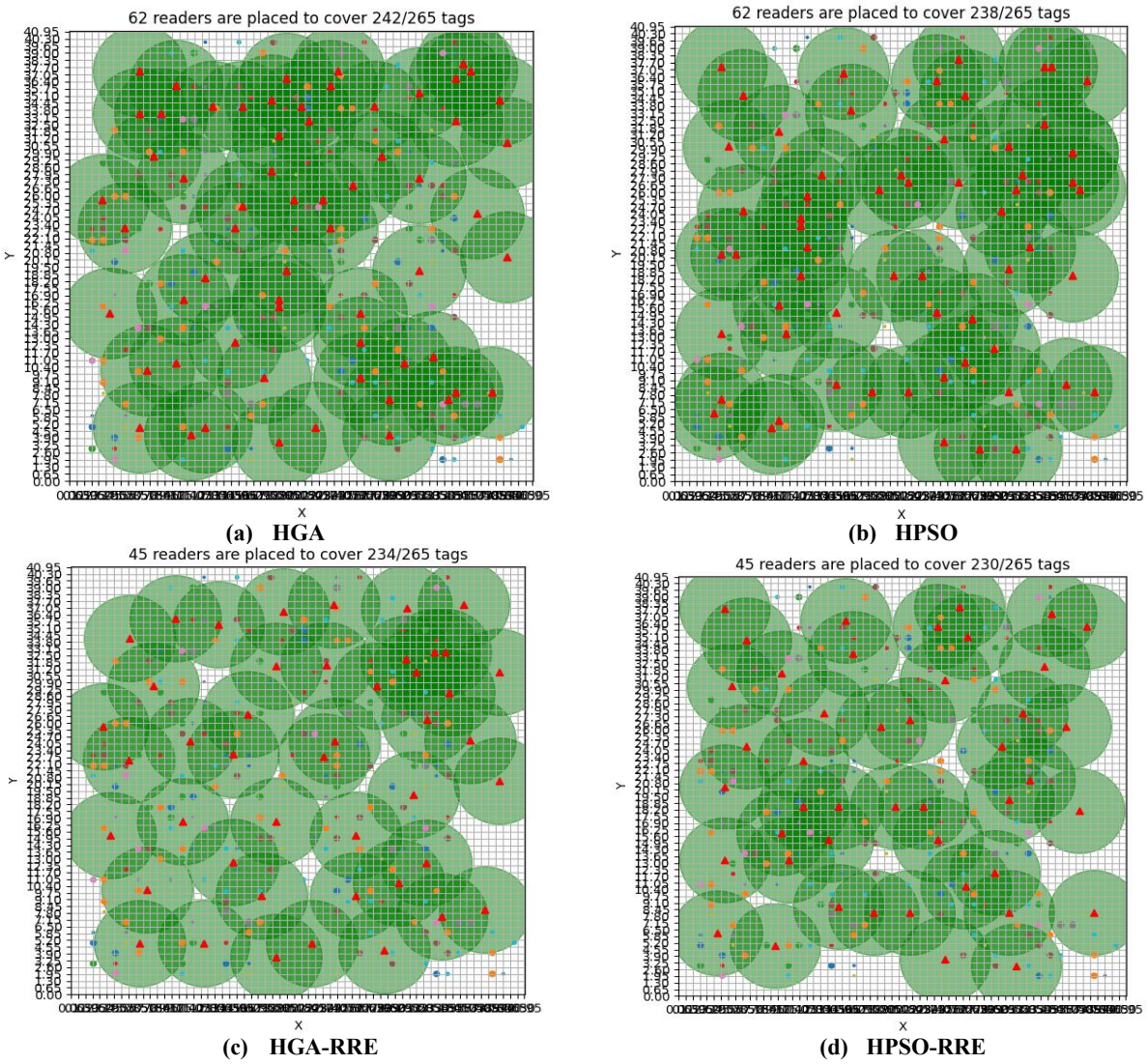
Chúng ta có thể thấy rằng việc sử dụng kích thước mắt lưới nhỏ sẽ hiệu quả hơn về tỉ lệ bao phủ cũng như giá trị bao phủ nhưng thời gian tính toán lại tăng hơn nhiều. Nhưng với kích thước mắt lưới 2,6 m thì giá trị bao phủ chỉ giảm hơn so với kích thước bao phủ 1,3 là 2%, nhưng thời gian tính toán tăng đến gần 50% ở cả hai giải thuật. Do đó, chúng tôi nhận thấy rằng với kích thước mắt lưới 2,6 m sẽ cho hiệu quả tối ưu hơn so với hai kích thước mắt lưới còn lại.

B. So sánh hiệu quả khi sử dụng chính sách giảm số đầu đọc dư thừa

Chúng tôi tiếp tục so sánh hiệu quả khi sử dụng thêm chính sách giảm số đầu đọc dư thừa, để thực hiện điều này chúng tôi tiến hành tắt bật luân phiên các đầu đọc. Các đầu đọc dư thừa được loại bỏ sẽ là các đầu đọc không ảnh hưởng hoặc ảnh hưởng dưới 1% so với giá trị các thẻ được bao phủ của hai giải thuật xem xét là HGA và HPSO, các giải thuật được loại bỏ đầu đọc dư thừa lần lượt có tên là HGA-REE và HPSO-RRE. Hiệu quả chi tiết như được thể hiện trong (Bảng 3) và (Hình 7).

Bảng 3. So sánh hiệu quả của các giải thuật khi có và không loại bỏ đầu đọc dư thừa

Giải thuật	Tỉ lệ bao phủ các thẻ (%)			Giá trị bao phủ các thẻ		
	5,2	2,6	1,3	5,2	2,6	1,3
HGA	87,5867	91,3208	95,8684	0,889577	0,936584	0,959865
HGA-RRE	**83,2624**	**88,3019**	**89,5869**	**0,878651**	**0,926589**	**0,942357**
HPSO	82,3599	89,8113	91,2549	0,832658	0,902145	0,918646
HPSO-RRE	**79,8563**	**86,7925**	**88,8627**	**0,823659**	**0,896579**	**0,90326**



(a) HGA **(b) HPSO**

(c) HGA-RRE **(d) HPSO-RRE**

Hình 7. Phân bổ các đầu đọc khi có và không loại bỏ đầu đọc như thừa với kích thước ô 2,6 m

Theo Hình 7, việc loại bỏ đầu đọc dư thừa sẽ mang lại rất nhiều hiệu quả về kinh tế khi số lượng đầu đọc giảm từ 62 đầu đọc xuống còn 45 đầu đọc, trong khi giá trị bao phủ trung bình chỉ giảm 1% (như Bảng 3). Việc giảm số đầu đọc dư thừa ngoài hiệu quả kinh tế mang lại còn giảm năng lượng tiêu thụ và xung đột trong quá trình đọc thẻ.

VI. KẾT LUẬN

Việc ứng dụng công nghệ RFID trong giám sát các thiết bị y tế theo giá trị và nhu cầu sử dụng là cần thiết góp phần nâng cao hiệu quả quản lý và hiệu quả kinh tế của các bệnh viện cũng như trung tâm y tế. Dựa trên kết quả nghiên cứu, giải thuật HGA trong phân bổ đầu đọc giám sát tỏ ra hiệu quả hơn so với phương pháp HPSO. Ngoài ra, bài báo còn xem xét đến hiệu quả khi loại bỏ các đầu đọc dư thừa. Việc loại bỏ đầu đọc dư thừa là cần thiết khi một mặt góp phần gia tăng hiệu quả kinh tế mặt khác làm giảm xung đột và tiêu thu năng lượng giữa đầu đọc và các thẻ trong hệ thống RFID.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] R. Patil, S. Nema, and S. Kadam, “Radio frequency identification system for asset tracking and inventory management in hospitals,” in *4th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN)*, pp. 188-192, 2017.

[2] H. Landaluce, L. Arjona, A. Perallos, F. Falcone, I. Angulo, and F. Muralter, “A review of IoT sensing applications and challenges using RFID and wireless sensor networks,” *Sensors*, vol. 20, no. 9, pp. 1-18, 2020.

[3] J. E. Camacho-Cogollo, I. Bonet, and E. Iadanza, “RFID technology in health care,” in *Clinical Engineering Handbook*, 2nd Edi., chapter 4, Elsevier, pp. 33-41, 2020.

[4] Mc Gee, Anandarajah, and Collins, “A Review of Chipless Remote Sensing Solutions Based on RFID Technology,” *Sensors*, vol. 19, no. 22, p. 4829, 2019.

[5] A. Suriya and J. David Porter, "Genetic algorithm based approach for RFID network planning," in *TENCON 2014 - 2014 IEEE Region 10 Conference*, pp. 1-5.

[6] I. Bhattacharya and U. K. Roy, "Optimal Placement of Readers in an RFID Network Using Particle Swarm Optimization," *International Journal of Computer Networks & Communications*, vol. 2, no. 6, pp. 225-234, 2010.

[7] A. Jaballah and A. Meddeb, "Self adaptive cuckoo search algorithm for RFID network planning," in *Internet Technologies and Applications (ITA)*, pp. 122–127, 2017.

[8] N. Bacanin, M. Tuba, and R. Jovanovic, "Hierarchical multiobjective RFID network planning using firefly algorithm," in *International Conference on Information and Communication Technology Research, ICTRC 2015*, pp. 282–285, 2015.

[9] Q. Guan, Y. Liu, Y. Yang, and W. Yu, "Genetic Approach for Network Planning in the RFID Systems," in *Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, vol. 2, pp. 567-572, 2006.

[10] O. Botero, H. Chaouchi, "RFID network topology design based on Genetic Algorithms," in *IEEE International Conference on RFID-Technologies and Applications*, pp. 300-305, 2011.

[11] E. Di Giampaolo, F. Fornì, and G. Marrocco, "RFID-network planning by Particle Swarm Optimization," in *Antennas and Propagation (EuCAP), 2010 Proceedings of the Fourth European Conference on*, vol. 25, no. 3, pp. 1-5, 2010.

[12] Y. J. Gong, M. Shen, J. Zhang, O. Kaynak, W. N. Chen, and Z. H. Zhan, "Optimizing RFID Network Planning by Using a Particle Swarm Optimization Algorithm with Redundant Reader Elimination," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 8, no. 4, pp. 900-912, 2012.

[13] H. Feng and J. Qi, "Optimal RFID networks planning using a hybrid evolutionary algorithm and swarm intelligence with multi-community population structure," in *14th International Conference on Advanced Communication Technology*, pp. 1063-1068, 2012.

[14] L. V. Hoa, D. T. Chuong, N. H. Quoc and V. V. M. Nhat, "An Integrated Model of Placement Optimization and Redundancy Elimination in RFID Network Planning," in *Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS 734)*, pp. 342–354, 2023.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF GA AND PSO ALGORITHMS FOR DEPLOYING MEDICAL EQUIPMENT MONITORING RFID SYSTEM

Le Van Hoa, Nguyen Van Tung, Pham Trung Duc, Vo Viet Minh Nhat

ABSTRACT: *Radio Frequency Identification (RFID) is considered one of the foundational technologies of IoT that has been widely deployed in today's life. With its fast, wireless, stealthy identification and long-distance communication capabilities, RFID is less hindered by obstacles and adapts well to moving objects. At hospitals or medical centers, losing and searching for medical equipment is a tiring, time-consuming job that significantly affects the quality of medical services. Therefore, RFID technology must be applied to monitoring medical equipment. Furthermore, each medical equipement has its value and its essential role in medical examination and treatment, so prioritizing monitoring devices with different priority levels becomes even more critical. This article proposes the application of genetic algorithm (GA) and particle swarm optimization (PSO) in installing RFID readers to monitor medical devices effectively.*