

BỘ CÔNG THƯƠNG

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG THƯƠNG TP.HCM**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

---------------------------

**ĐỒ ÁN CHUYÊN NGÀNH**

**Đánh giá hiểu quả của thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) cho việc triển khai hệ thống RFID giám sát sinh viên trong lớp học.**

**GVHD:** Th.S Nguyễn Văn Tùng

**SINH VIÊN THỰC HIỆN:**

1. Huỳnh Vĩ Khang

– 2001215850 – 12DHTH14

1. Đào Quí Mùi

– 2001215964 – 12DHTH13

1. Nguyễn Trọng Nhân

– 2001200022 -11DHTH09

*TP. HỒ CHÍ MINH, tháng 11 năm 2024*

BỘ CÔNG THƯƠNG

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG THƯƠNG TP.HCM**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

---------------------------

**ĐỒ ÁN CHUYÊN NGÀNH**

**Đánh giá hiểu quả của thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) cho việc triển khai hệ thống RFID giám sát sinh viên trong lớp học.**

**GVHD:** Th.S Nguyễn Văn Tùng

**SINH VIÊN THỰC HIỆN:**

1. Huỳnh Vĩ Khang

– 2001215850 – 12DHTH14

1. Đào Quí Mùi

– 2001215964 – 12DHTH13

1. Nguyễn Trọng Nhân

– 2001200022 -11DHTH09

*TP. HỒ CHÍ MINH, tháng 11 năm 2024*

# NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Tên đề tài: “Đánh giá hiểu quả của thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) cho việc triển khai hệ thống RFID giám sát sinh viên trong lớp học.”

**Nội dung nhận xét:**

TP Hồ Chí Minh, ngày .... tháng .... năm 2024

**Giảng viên hướng dẫn**

(Ký và ghi rõ họ tên)

# NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN

Tên đề tài: “Đánh giá hiểu quả của thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) cho việc triển khai hệ thống RFID giám sát sinh viên trong lớp học.”

**Nội dung nhận xét:**

TP Hồ Chí Minh, ngày .... tháng .... năm 2024

**Giảng viên phản biện**

(Ký và ghi rõ họ tên)

# LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Toàn bộ số liệu và kết quả trình bày trong Đồ án đều trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tôi cũng xin cam đoan rằng mọi sự hỗ trợ trong quá trình thực hiện Đồ án đã được trân trọng ghi nhận và các thông tin trích dẫn trong Đồ án đều được chỉ rõ nguồn gốc một cách đầy đủ và chính xác.

**Sinh viên thực hiện Đồ án Sinh viên thực hiện Đồ án Sinh viên thực hiện Đồ án**

*(Ký và ghi rõ họ tên)* *(Ký và ghi rõ họ tên) (Ký và ghi rõ họ tên)*

# LỜI CẢM ƠN

Tập thể nhóm chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Ban Giám hiệu cùng quý thầy cô Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Công Thương TP.HCM, đã tạo điều kiện và môi trường học tập thuận lợi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Đặc biệt, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Thầy Nguyễn Văn Tùng, người hướng dẫn tận tâm, đã luôn nhiệt tình chỉ dẫn, hỗ trợ và đóng góp những ý kiến quý báu trong suốt quá trình thực hiện đề tài. Những hướng dẫn và đóng góp của Thầy chính là nguồn động viên và nền tảng quan trọng giúp em hoàn thành đồ án này.

Em cũng xin gửi lời cảm ơn đến các anh chị khóa trước cùng bạn bè đồng khóa, những người đã luôn đồng hành, chia sẻ kiến thức và hỗ trợ em trong quá trình nghiên cứu và hoàn thiện đồ án.

Cuối cùng, em xin dành lời tri ân sâu sắc đến gia đình – những người luôn là chỗ dựa vững chắc, nguồn động lực lớn lao và sự ủng hộ không ngừng nghỉ trong suốt hành trình học tập của em.

Em xin chân thành cảm ơn!

# TÓM TẮT

Đồ án này nghiên cứu việc áp dụng thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) để triển khai hệ thống RFID nhằm giám sát sinh viên trong không gian lớp học. Hệ thống RFID được xem là một giải pháp hiệu quả trong việc giám sát và theo dõi vị trí sinh viên, hỗ trợ nâng cao hiệu quả quản lý và chất lượng giảng dạy. Đặc biệt, việc tối ưu hóa vị trí các đầu đọc RFID để bao phủ toàn bộ khu vực lớp học với số lượng thiết bị tối thiểu là một thách thức đáng quan tâm.

Trong đồ án này, thuật toán PSO được sử dụng để giải quyết bài toán tối ưu hóa vị trí các đầu đọc RFID, nhằm tối đa hóa vùng bao phủ và giảm thiểu số lượng thiết bị cần sử dụng. Vị trí tối ưu của các đầu đọc được xác định dựa trên các tiêu chí như phạm vi bao phủ và chi phí triển khai. Đồng thời, thuật toán PSO được so sánh với thuật toán ánh sáng đom đóm (FA) thông qua các bài toán tối ưu hóa trên các mắt lưới khác nhau.

Qua các mô phỏng với những cấu hình mắt lưới khác nhau (bao gồm số lượng thẻ và kích thước lớp học), đồ án đánh giá hiệu quả của hai thuật toán PSO và FA dựa trên các chỉ số như tỷ lệ bao phủ, số lượng đầu đọc cần thiết, mức độ chồng lấn, và thời gian tính toán. Kết quả nghiên cứu cho thấy PSO đạt được hiệu quả vượt trội trong việc tối ưu hóa bao phủ lớp học và giảm đáng kể chi phí lắp đặt so với FA, đặc biệt ở các mắt lưới lớn và phức tạp.

Đồ án kết luận rằng thuật toán PSO là một giải pháp khả thi và hiệu quả trong triển khai hệ thống giám sát RFID cho lớp học. Đồng thời, nghiên cứu cũng đưa ra các gợi ý về việc cải tiến thuật toán, cũng như mở rộng áp dụng PSO cho các bài toán tối ưu hóa trong môi trường học tập hoặc quản lý thông minh khác.

**MỤC LỤC**

[NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN 3](#_Toc184479537)

[NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN 4](#_Toc184479538)

[LỜI CAM ĐOAN 5](#_Toc184479539)

[LỜI CẢM ƠN 6](#_Toc184479540)

[TÓM TẮT 7](#_Toc184479541)

[DANH MỤC HÌNH 10](#_Toc184479542)

[DANH MỤC BẢNG 11](#_Toc184479543)

[DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT 12](#_Toc184479544)

[MỞ ĐẦU 13](#_Toc184479545)

[CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU 14](#_Toc184479546)

[1.1 Giới thiệu đề tài 14](#_Toc184479547)

[1.2 Lý do chọn đề tài: 14](#_Toc184479548)

[1.3 Mục tiêu nghiên cứu: 15](#_Toc184479549)

[1.4 Phạm vi và giới hạn nghiên cứu: 16](#_Toc184479550)

[1.5 Nội dung nghiên cứu: 16](#_Toc184479551)

[1.6 Tổng kết chương 17](#_Toc184479552)

[CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN 18](#_Toc184479553)

[2.1 Các phương pháp giám sát lớp học hiện tại: 18](#_Toc184479555)

[2.2 Các nghiên cứu liên quan trong quy hoạch mạng RFID 19](#_Toc184479556)

[2.3 Giới thiệu thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO): 20](#_Toc184479557)

[2.4 Các thành phần chính của PSO 21](#_Toc184479558)

[2.4.1 Particle (Phần tử): 21](#_Toc184479559)

[2.4.2 Swarm (Bầy đàn): 21](#_Toc184479560)

[2.4.3 Position (Vị trí) và Velocity (Vận tốc): 21](#_Toc184479561)

[2.4.4 pBest (Personal Best - Vị trí tốt nhất cá nhân): 22](#_Toc184479562)

[2.4.5 gBest (Global Best - Vị trí tốt nhất toàn cục): 22](#_Toc184479563)

[2.4.6 Cognitive và Social Coefficients (Hệ số tự nhận thức và xã hội): 22](#_Toc184479564)

[2.4.7 Inertia Weight (Hệ số quán tính): 22](#_Toc184479565)

[2.5 Hàm mục tiêu (fitness function): 22](#_Toc184479566)

[2.6 Cập nhật vị trí và vận tốc: 22](#_Toc184479567)

[2.7 Quá trình hội tụ: 23](#_Toc184479568)

[2.8 Các nghiên cứu liên quan đến PSO và giám sát: 23](#_Toc184479569)

[2.9 Các công trình đã triển khai và nghiên cứu 24](#_Toc184479570)

[CHƯƠNG 3. PHÂN TÍCH BÀI TOÁN 26](#_Toc184479571)

[3.1 Mô tả bài toán giám sát sinh viên trong lớp học: 26](#_Toc184479573)

[3.2 Các yêu cầu và tiêu chí giám sát 27](#_Toc184479574)

[3.2.1 Phân tích kích thước mặt lưới 29](#_Toc184479575)

[3.2.2Độ bao phủ 30](#_Toc184479576)

[3.2.3 Độ nhiễu các thẻ 31](#_Toc184479577)

[3.2.4 Giá trị hàm mục tiêu 32](#_Toc184479578)

[3.2.5 Điều chỉnh vị trí đầu đọc qua thuật toán lực ảo 32](#_Toc184479579)

[3.2.6 Kết hợp với lý thuyết hỗn loạn 33](#_Toc184479580)

[3.2.7 Loại bỏ đầu đọc dư thừa 35](#_Toc184479581)

[CHƯƠNG 4. GIẢI THUẬT TỐI ƯU HÓA BẦY ĐÀN (PSO) TRONG GIÁM SÁT 35](#_Toc184479582)

[4.1 Xây dựng bài toán PSO cho lớp học: 35](#_Toc184479584)

[4.2 Các bước triển khai thuật toán PSO: 36](#_Toc184479585)

[4.2.1 Thuật toán PSO cơ bản 36](#_Toc184479586)

[4.2.2 Thuật toán PSO cải tiến 37](#_Toc184479587)

[CHƯƠNG 5. MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ 38](#_Toc184479588)

[5.1 Môi trường và công cụ mô phỏng: 38](#_Toc184479590)

[5.2 Kịch bản mô phỏng: 38](#_Toc184479591)

[5.3 Kết quả mô phỏng: 39](#_Toc184479592)

[5.3.1 So sánh các mắt lưới qua từng số lượng thẻ trong vùng làm việc 39](#_Toc184479593)

[5.4 Tổng kết chương 40](#_Toc184479594)

[5.4.1 So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID qua các kích thước mắt lưới dựa trên giá trị bao phủ 42](#_Toc184479595)

[5.4.2 So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID qua các kích thước mắt lưới dựa trên tỉ lệ các thẻ ở trong vùng chồng lấn 43](#_Toc184479596)

[5.4.3 So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID qua các kích thước mắt lưới dựa trên giá trị *fitness* 44](#_Toc184479597)

[5.4.4 So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID qua các kích thước mắt lưới dựa trên thời gian thực 45](#_Toc184479598)

[5.5 Tổng kết chương và đề xuất phương pháp mắt lưới tối ưu 46](#_Toc184479599)

[CHƯƠNG 6. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN 48](#_Toc184479600)

[6.1 Kết luận: 48](#_Toc184479602)

[6.2 Hạn chế của nghiên cứu: 48](#_Toc184479603)

[6.3 Hướng phát triển: 49](#_Toc184479604)

[6.4 Tổng kết chương 50](#_Toc184479605)

[PHÂN CÔNG NGHIỆM VỤ 51](#_Toc184479606)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 52](#_Toc184479607)

# DANH MỤC HÌNH

[**Hình 1**. Khu vực cần giám sát tại Trường Đại học Công Thương TPHCM 24](#_Toc184237196)

[**Hình 2.** Ví dụ khu vực hoạt động của RNP 25](#_Toc184237197)

[**Hình 3.** Vùng bao phủ được “tổ chức” nhau thành lục giác điều 26](#_Toc184237198)

[**Hình 4.** Vị trí lắp đặt tối ưu của các đầu đọc với phương pháp PSO được cải tiến. 37](#_Toc184237199)

[**Hình 5.** Biểu đồ so sánh giá trị bao phủ của các mắt lưới. 38](#_Toc184237200)

[**Hình 6.** Biểu đồ so sánh tỉ lệ các thẻ ở trong vùng chồng lấn của các mắt lưới. 39](#_Toc184237201)

[**Hình 7.** Biểu đồ so sánh giá trị fitness của các mắt lưới. 40](#_Toc184237202)

[**Hình 8.** Biểu đồ so sánh thời gian thực hiện của các mắt lưới. 41](#_Toc184237203)

# DANH MỤC BẢNG

[Bảng 1. Tham số của PSO 33](#_Toc184237204)

[Bảng 2. Đánh giá số vị trí tối đa mà cần lắp đặt với các kích thước mắt khác nhau 34](#_Toc184237205)

[Bảng 3. So sánh các mắt lưới qua từng số lượng thẻ trong vùng làm việc 34](#_Toc184237206)

# DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

| **Viết tắt** | **Tiếng Anh** | **Tiếng Việt** |
| --- | --- | --- |
| RFID | Radio Frequency Identification | Nhận dạng tần số vô tuyến |
| PSO | Particle Swarm Optimization | Tối ưu bày đàn |
| HUIT | Ho Chi Minh City University of Industry | Trường Đại Học Công Thương TP.Hồ CHí Minh |
| IoT | Internet of Things | Internet vạn vật |
| RNP | Radio Frequency Identification Network Planning | Quy hoạch mạng lưới nhận dạng tần số vô tuyến |
| GPS | Global Positioning System | Hệ thống định vị toàn cầu |
| GA | Genetic Algorithm | Thuật toán di truyền |
| FA | Firefly Algorithm | Thuật toán đom đóm |
| AC | Ani Colony Algorithm | Thuật toán đàn kiến |
|  |  |  |

# MỞ ĐẦU

Đồ án này nghiên cứu việc áp dụng thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) để triển khai hệ thống RFID nhằm giám sát sinh viên trong không gian lớp học. Hệ thống RFID được xem là giải pháp hữu hiệu cho việc giám sát và theo dõi vị trí sinh viên, nhằm hỗ trợ tăng cường quản lý và nâng cao chất lượng giảng dạy. Đặc biệt, việc tối ưu hóa vị trí các đầu đọc RFID để bao phủ toàn bộ khu vực lớp học với số lượng thiết bị tối thiểu là một thách thức quan trọng.

Thuật toán PSO được sử dụng trong đồ án này để giải quyết bài toán tối ưu hóa vị trí và độ bao phủ các đầu đọc trong hệ thống RFID, với mục tiêu tối thiểu hóa số lượng đầu đọc và giảm thiểu chi phí lắp đặt.

Mô phỏng quá trình với các bố trí trong lớp học, đánh giá hiệu quả của thuật toán, số lượng đầu đọc cần thiết, và thời gian tính toán. Kết quả nghiên cứu cho thấy PSO đạt được hiệu quả cao trong việc bao phủ lớp học và giúp giảm đáng kể chi phí lắp đặt so với các phương pháp truyền thống.

Đồ án kết luận rằng thuật toán PSO là một giải pháp khả thi và hiệu quả trong triển khai hệ thống giám sát RFID cho lớp học, đồng thời đưa ra các gợi ý phát triển và cải tiến trong tương lai.

# GIỚI THIỆU

## Giới thiệu đề tài

Trong lĩnh vực công nghệ, nền tảng của IoT đã cho thấy nhiều biến động tích cực và bối cảnh gia tăng nhu cầu tối ưu tài nguyên mạng (RNP). Các phương pháp truyền thống đang dần bộc lộ những hạn chế nhất định về hiệu suất và chi phí. Tối ưu hóa tài nguyên là một vấn đề phức tạp với nhiều ràng buộc đa chiều, đòi hỏi một cách tiếp cận sáng tạo hơn. Các thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO - Particle Swarm Optimization) nổi bật như một công cụ mạnh mẽ và được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực từ kinh tế đến công nghệ thông tin nhờ khả năng tìm kiếm tối ưu trong không gian giải pháp rộng lớn.

Tuy nhiên, ứng dụng PSO trong RNP vẫn còn gặp nhiều thách thức, đặc biệt khi xử lý các yêu cầu tối ưu đa mục tiêu và các ràng buộc nghiêm ngặt. Các nghiên cứu trước đây tập trung vào việc cải tiến thuật toán PSO để đạt hiệu quả cao hơn, song vẫn còn những hạn chế về khả năng linh hoạt trong các tình huống thực tế. Nghiên cứu này nhằm giải quyết những khoảng trống trên bằng cách đề xuất một phiên bản cải tiến của PSO phù hợp với bài toán RNP và các ràng buộc cụ thể về tài nguyên mạng.

Đồ án sẽ trình bày phương pháp tiếp cận mới này theo các phần chính: phần tiếp theo thảo luận các nghiên cứu liên quan, phần phương pháp mô tả chi tiết giải thuật PSO đề xuất, tiếp theo là phân tích kết quả và cuối cùng là thảo luận và gợi ý cho các nghiên cứu tương lai.

## Lý do chọn đề tài:

Trong thời đại khoa học kỹ thuật phát triển vượt bậc, công nghệ hiện đại đã trở thành công cụ hỗ trợ không thể thiếu trong mọi lĩnh vực, đặc biệt là giáo dục. Việc quản lý và giám sát sinh viên trong môi trường giáo dục là yếu tố quan trọng nhằm đảm bảo kỷ luật, nâng cao ý thức sinh viên và phát triển môi trường học tập. Tuy nhiên, các phương pháp giám sát truyền thống còn gặp nhiều hạn chế, nhất là trong các không gian đông người, khiến việc giám sát từng cá nhân trở nên khó khăn và tốn thời gian.

Công nghệ nhận dạng bằng sóng vô tuyến (RFID) được đánh giá là giải pháp hiệu quả trong việc giám sát tự động và liên tục cập nhật vị trí của từng sinh viên. Khi kết hợp với các thuật toán tối ưu hóa, hệ thống RFID không chỉ được triển khai nhanh chóng và hiệu quả mà còn giảm thiểu số lượng đầu đọc cần thiết, đồng thời tối đa hóa vùng bao phủ.

Thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO), mô phỏng hành vi tự nhiên của bầy đàn, là một công cụ mạnh mẽ đã được ứng dụng thành công trong nhiều bài toán tối ưu phức tạp. Việc áp dụng PSO vào tối ưu hóa vị trí các đầu đọc RFID trong lớp học nhằm đảm bảo phạm vi bao phủ tối đa với chi phí tối thiểu mang lại lợi ích lớn cho các cơ sở giáo dục trong việc giám sát sinh viên.

Chính vì vậy, đề tài “Đánh giá hiệu quả của thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) triển khai cho việc phát triển hệ thống giám sát RFID sinh viên trong lớp học” được chọn để nghiên cứu và phát triển một giải pháp giám sát hiện đại, hiệu quả, góp phần nâng cao chất lượng quản lý và giảng dạy trong môi trường giáo dục.

Giới thiệu đề

## Mục tiêu nghiên cứu:

Để nghiên cứu thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) trong triển khai hệ thống giám sát sinh viên đạt hiệu quả tối đa, đồ án đã đặt ra các mục tiêu sau:

* **Đánh giá hiệu quả của PSO**: Tối ưu hóa số lượng và vị trí các đầu đọc RFID nhằm tối đa hóa vùng bao phủ trong lớp học, đồng thời giảm thiểu vùng không được giám sát.
* **Kiểm tra độ chính xác**: Đánh giá tỷ lệ nhận diện chính xác và lỗi nhận diện của hệ thống trong việc giám sát sinh viên sử dụng PSO.
* **So sánh hiệu suất:** So sánh hiệu quả tính toán của PSO với thuật toán ánh sáng đom đóm (FA) trong điều kiện thực tế.
* **Đánh giá khả năng mở rộng:** Kiểm tra tính linh hoạt của hệ thống khi quy mô lớp học thay đổi, đảm bảo khả năng thích nghi với các điều kiện khác nhau.
* **Tối ưu hóa chi phí:** Tìm giải pháp tiết kiệm chi phí lắp đặt dài hạn mà vẫn đảm bảo hiệu quả giám sát và quản lý sinh viên.

Các mục tiêu này giúp định hướng nghiên cứu, tránh lan man, đảm bảo chất lượng và tiết kiệm thời gian thực hiện đồ án.

## Phạm vi và giới hạn nghiên cứu:

Nghiên cứu này tập trung áp dụng thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) để triển khai hệ thống giám sát sinh viên trong lớp học thông qua công nghệ RFID. Phạm vi nghiên cứu được giới hạn trong không gian một lớp học tiêu chuẩn, dựa trên diện tích, số lượng sinh viên và các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của đầu đọc RFID.

Các kịch bản triển khai bao gồm nhiều loại phòng học với cấu trúc khác nhau, nhằm kiểm tra tính thích ứng của thuật toán. Mỗi sinh viên được trang bị thẻ RFID để nhận diện trong không gian lớp học. Các yếu tố như phạm vi đọc, khả năng phát tín hiệu, vật cản và nhiễu sóng sẽ được xem xét vì ảnh hưởng đến hiệu quả nhận diện.

Hiệu quả của thuật toán PSO được đánh giá qua mức độ bao phủ không gian, độ chính xác trong nhận diện sinh viên, và hiệu suất tính toán để tìm ra vị trí đầu đọc tối ưu. Đồng thời, nghiên cứu so sánh PSO với thuật toán tối ưu khác như FA về tính linh hoạt khi thay đổi quy mô lớp học và số lượng sinh viên.

Kết quả nghiên cứu có thể ứng dụng trong việc quản lý và giám sát sự hiện diện của sinh viên, hỗ trợ giảng viên và nhà trường trong việc đảm bảo kỷ luật, đồng thời cung cấp một biện pháp hiện đại, hiệu quả trong quản lý giáo dục. Phạm vi rõ ràng giúp nghiên cứu bám sát mục tiêu, hướng đến kết quả thiết thực và hiệu quả.

## Nội dung nghiên cứu:

Nghiên cứu này tập trung áp dụng thuật toán tối ưu bầy đàn (PSO) vào việc triển khai hệ thống RFID nhằm giám sát sinh viên trong lớp học. Trọng tâm nghiên cứu là tiếp cận các bài báo và công trình về quy hoạch mạng RFID, giải quyết bài toán đặt vị trí đầu đọc (RNP) và tối ưu hóa thông qua thuật toán PSO. Mục tiêu là tìm ra vị trí hoặc tham số tối ưu, đồng thời so sánh với thuật toán FA để đánh giá hiệu quả của PSO.

Phần tổng quan phân tích các phương pháp giám sát phổ biến hiện nay, như nhận diện khuôn mặt, camera, cảm biến chuyển động, và hệ thống RFID. Mỗi phương pháp được so sánh về ưu, nhược điểm để chọn giải pháp phù hợp nhất. Công nghệ RFID được giới thiệu chi tiết, bao gồm thành phần cơ bản (đầu đọc, thẻ, vùng bao phủ), nguyên lý hoạt động, và lợi ích vượt trội. Thuật toán PSO được trình bày thông qua cấu trúc, cơ chế tối ưu hóa dựa trên hành vi bầy đàn, và cách áp dụng vào bài toán tối ưu vị trí đầu đọc RFID.

Trong bài toán tối ưu hóa, nghiên cứu mô tả các đặc điểm lớp học như diện tích, góc khuất, và các biến dạng không gian. Các tiêu chí tối ưu được thiết lập, bao gồm tối đa hóa vùng bao phủ, tối thiểu hóa số lượng đầu đọc, và giảm thiểu chi phí. Hàm mục tiêu và các ràng buộc được định nghĩa, làm cơ sở cho PSO trong quá trình tính toán.

Quy trình triển khai thuật toán PSO gồm các bước: tạo quần thể ban đầu, tính toán vận tốc và vị trí, đánh giá hàm mục tiêu, cập nhật thông số qua từng vòng lặp, và duy trì tiến độ tối ưu. Kết quả được mô phỏng trực quan trên sơ đồ lớp học, với các tiêu chí đánh giá như tỷ lệ bao phủ, số lượng đầu đọc cần thiết, và thời gian thực thi thuật toán. So sánh với thuật toán FA cho thấy hiệu quả vượt trội của PSO trong bài toán này.

Nghiên cứu kết luận rằng PSO là một phương pháp hiệu quả trong việc quy hoạch mạng RFID, góp phần cải thiện hệ thống giám sát sinh viên. Đồng thời, các hướng phát triển được đề xuất nhằm mở rộng và nâng cao khả năng ứng dụng của thuật toán trong tương lai.

## Tổng kết chương

Chương này đã trình bày cơ sở lý thuyết và phương pháp tiếp cận nghiên cứu cho việc triển khai hệ thống RFID sử dụng thuật toán PSO nhằm tối ưu hóa bài toán quy hoạch mạng RFID (RNP).

Các phương pháp giám sát phổ biến hiện nay đã được phân tích, từ đó lựa chọn hệ thống RFID làm giải pháp phù hợp nhất nhờ tính năng tự động hóa, độ chính xác cao, và khả năng thích ứng với môi trường lớp học. Thuật toán PSO cũng được giới thiệu như một công cụ tối ưu mạnh mẽ, đặc biệt trong bài toán xác định vị trí đầu đọc RFID nhằm tối đa hóa vùng bao phủ, giảm số lượng thiết bị, và tối ưu hóa chi phí.

Quá trình nghiên cứu được xây dựng bài bản, bao gồm việc xác định bài toán, thiết lập hàm mục tiêu và các ràng buộc, cùng với việc mô phỏng triển khai thuật toán PSO trong các kịch bản lớp học khác nhau. Ngoài ra, việc so sánh với thuật toán FA đã làm rõ tính hiệu quả và ưu thế của PSO trong bài toán này.

Kết quả từ chương này cung cấp nền tảng lý thuyết vững chắc và khung nghiên cứu cụ thể, tạo tiền đề cho các bước triển khai thực nghiệm và đánh giá trong các chương tiếp theo.

# TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN



## Các phương pháp giám sát lớp học hiện tại:

Việc sử dụng công nghệ hiện đại để quản lý và giám sát lớp học ngày nay là vô cùng cần thiết nhằm bảo đảm chất lượng giảng dạy, nâng cao ý thức và kỷ luật của sinh viên, nhất là khi hiện nay ngày càng nhiều cá nhân trong tập thể nhà trường thiếu ý thức về vấn đề này. Hiện nay có rất nhiều phương pháp giám sát sinh viên trong lớp học, trong đó có thể kể đến các phương pháp phổ biến sau:

* **Camera giám sát**: Camera là phương tiện giám sát phổ biến nhất hiện nay, có thể quan sát trực tiếp hoặc xem lại. Khi kết hợp với các công nghệ hiện đại như ghi âm và nhận diện khuôn mặt, camera giúp quản lý và theo dõi hành vi của sinh viên. Tuy nhiên, hệ thống camera gặp một số hạn chế như chi phí lắp đặt cao khi muốn hạn chế tối đa góc chết, và các vấn đề về bảo mật hình ảnh, quyền riêng tư khi hệ thống bị xâm nhập.
* **Hệ thống hồng ngoại cảm biến chuyển động**: Hệ thống này có thể phát hiện và ghi nhận các hành vi bất thường của sinh viên trong lớp học, chẳng hạn như di chuyển ra khỏi lớp hoặc chỗ ngồi. Tuy nhiên, hệ thống này chỉ cung cấp thông tin tổng quát về hoạt động của sinh viên mà không xác định được hành vi và cá nhân cụ thể.
* **Thiết bị nhận dạng khuôn mặt và vân tay**: Đây cũng là phương pháp phổ biến trong việc điểm danh giảng viên và sinh viên. Hệ thống này có độ chính xác cao khi nhận dạng từng cá nhân và ghi nhận thông tin vào từng thời điểm ra vào của sinh viên. Hạn chế của hệ thống này là không thể giám sát chặt chẽ sinh viên sau khi điểm danh và chi phí vận hành khá cao.
* **Ứng dụng trên thiết bị di động**: Bằng cách kết hợp với công nghệ GPS, ứng dụng cho phép sinh viên điểm danh khi có mặt trong khuôn viên giảng dạy. Tuy nhiên, phương pháp này có thể gặp sự cố khi GPS bị lỗi hoặc sinh viên lợi dụng để ra vào không xin phép, đồng thời cũng không thể điểm danh nếu sinh viên quên mang theo điện thoại.

Mỗi phương pháp giám sát đều có ưu và nhược điểm riêng, phù hợp với từng điều kiện và mục đích khác nhau. Trong nghiên cứu này, hệ thống RFID kết hợp với thuật toán tối ưu hóa bầy đàn PSO sẽ cung cấp một phương pháp giám sát hiệu quả, tiết kiệm thời gian và chi phí vận hành, đáp ứng nhu cầu giám sát trong môi trường giáo dục hiện đại.

## Các nghiên cứu liên quan trong quy hoạch mạng RFID

Phương pháp tối ưu hay dựa trên giải thuật Heuristic, tìm lời giải tốt nhưng không phải là tốt nhất, vì là RNP thuộc về lớp bài toán NP-khó [1]. PSO là một thuật toán được các nhà nghiên cứu chú tâm đến vì khả năng tìm kiếm toàn cục ở mức chấp nhận được và hội tụ tốt ở phạm vị lớn. Để sử dụng và kết hợp với các phương pháp khác nhau chúng ta cần xem một số đánh giá về việc triển khai của thuật toán PSO trong các phương pháp giải quyết bài toán RNP.

Vấn đề quy hoạch mạng RFID ngày càng sử dụng trở nên rộng rãi ở nhiều lĩnh vực quản lý chuỗi cung ứng, công nghiệp điện, thủy điện, quản lý trong thương mại hàng hóa tồn kho và trong giám sát thiết bị ý tế.

Một số ràng buộc và mục tiêu của PSO được *Giampaolo* và cộng sự [2] đã nghiên cứu, chẳng hạn như công suất/độ lợi trong tần số siêu cao (*UHF*) được chuẩn hóa thành các bài toán có thể tiếp cận được thông qua hình học về mặt khoảng cách hình dạng của một các sóng vô tuyến trong không gian hai chiều hoặc ba chiều. Trong [3] và [4] *Chen*, *Bhattachrya*, *Roy* và các công sự đã sử dụng các thuật toán tiến hóa và tối ưu hóa bầy đàn để giải quyết RNP, ở phương pháp này lại yêu cầu số lượng đầu đọc được xác định trước và gây khó khăn trong việc cản trở tối ưu hóa đa mục tiêu. Tiếp đó *Gong* và cộng sự [5] đã thiết kế và kết hợp với toán tử loại bỏ đầu đọc tạm thời cho bài này toán RNP. Kết quả cho thấy tiết kiệm chi phí ở phần triển khai đầu đọc ít hơn so với các thuật toán khác và độ phủ đạt mức yêu cầu. Phân phối đều số lượng thẻ được bao phủ cũng quan trọng trong RFID về cân bằng tải lan truyền sóng được *Dong* và cộng sự [6] và [7], giảm sự chênh lệch số lượng thẻ được xử lý bởi các đầu đọc đồng thời tối ưu hóa hệ thống, tránh tình trạng quá tải.

Cùng năm 2013 *A. Nawawi* và cộng sự [8] đã khảo sát thông số tương quan trưc tiếp của bài toán RNP và *Harrington* [9] đã giới thiệu thuật toán *K-means*, áp dụng hỗ trợ phân cụm dữ liệu ở khâu khởi tạo vị trí ban đầu của các đầu đọc trong bài toán RNP. Về các thuật toán tiến hóa *Zhang*, *Li* [10] và *Tuba* và cộng sự [11] đã áp dụng đa mục tiêu như *MOEA/D* (*Multi-objective Evolutionary Algorithm based on Decomposition*) tối ưu hóa nhiều mục tiêu trong RNP. Tiếp đó [12] *Zhao* và cộng sự đã đề xuất một phương pháp phân rã dựa trên thuật toán đom đóm đa mục tiêu thiết lập cho mạng RFID nhưng gặp khó khăn trong việc xác định số lượng đầu đọc và bán kính phủ sóng.

Một bước tiến mới trong việc cải thiện bao phủ đồng thời tối thiểu vùng nhiễu sóng qua khái niệm lực ảo và cải thiện khả năng tự động điều chỉnh vị trí các đầu đọc được giới thiệu bởi Antonis và cộng sự [13], cho đến vài năm gần đây Yating [14] và các cộng sự đã trình bày một phương pháp tối ưu hóa lai *HPSO-RNP (Hybrid Particle Swarm Optimization for RFID Network Planning)* kết hợp với *K-means* phân cụm, bổ sung lực ảo để giải quyết bài toán RNP được thử nghiệm trên các bộ dữ liệu chuẩn số lượng thẻ khác nhau và kết quả cho thấy đạt hiệu suất tốt hơn so với các thuật toán khác như *CA-RNP* và *MOEA-RNP*.

Trong nhiều nghiên cứu và cho tới tận ngày nay có phương pháp chia măt lưới được [15] *Võ Viết Minh Nhật* và cộng sự đã thiết kế vị trí tối ưu của các đầu đọc sao cho mạng các đầu đọc đáp ứng một số ràng buộc, chia từng mắt lưới và so sánh, đánh giá trên 2 thuật toán PSO và GA.

Cuối cùng có một số bài báo đánh giá và so sánh về hiệu quả của các phương pháp này trong vấn đề quy hoạch mạng theo các phương pháp dựa trên CS, GA và PSO [16] từ đó thấy được lợi thế của thuật toán PSO để vấn dụng vào trong thực tiễn như trong Lê Văn Hòa và cộng sự [17] đã ứng dụng trong giám sát thiết bị y tế và đề xuất ứng dụng giải thuật PSO và GA trong lắp đặt đầu đọc RFID.

## Giới thiệu thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO):

Thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (*Particle Swarm Optimization* - PSO) là một phương pháp tối ưu hóa dựa trên mô phỏng hành vi tự nhiên của các bầy đàn trong tự nhiên, được biết đến là một thuật toán nằm trong cơ chế của Trí Tuệ Bầy Đàn (*Swam Intelligence - SI*).

Phương pháp này trước đây là một dạng thuật toán tiến hóa là tiền thân của thuật toán (Genetic Algorithm – GA), Thuật toán đàn kiến (Ani Colony Algorithm - AC) và có nhiều thuật toán khác được phát triển sau này. Trong bối cảnh PSO là thuật toán có phần khác với GA đôi chút ở chỗ nó mang thiên hướng sử dụng sự tương tác giữa các cá thể trong một quần thể để thực hiện quá trình tối ưu. Kết quả là việc tối ưu này của PSO đơn thuần là sự mô tả hóa của các loài động vật tìm kiếm nơi trú ẩn hoặc thức ăn, vì thế nó được xem vào loại các thuật toán sử dụng trí tuệ bầy đàn. Được công bố lần đầu tiên vào năm 1995 tại hội nghị IEEE tác giả là nhà tâm lý học James Kennedy và công sự là kỹ sư Russell C. Eberhart [18]. Việc nắm rõ thuật toán PSO có thể liên tưởng đến đàn chim tìm kiếm con mồi. Trong bài toán này chúng ta chỉ xét tới không gian hai chiều để dễ hình dung, khi đó không gian này là những nơi có nhiều con mồi được rãi rác xung quanh đó việc của chúng là đi theo hướng bất kỳ hoặc có một theo một tiêu chí nào đó, việc này cứ thế tiếp diễn và kết quả là mỗi cá thể có một số lượng con mồi nhất định, tiếp theo chúng sẽ gửi thông tin hay tin hiệu đến các cá thể khác đang tìm kiếm ở vùng xung quanh chúng. Dựa vào thông tin mà mỗi các thể cung cấp lẫn nhau, từ đó tiếp nhận và sẽ điều hướng di chuyển cũng như vận tốc về nơi có nhiều thức ăn nhất. Việc lan truyền thông tin, tin hiệu và điều hướng được xem như là một loại của trí tuệ bầy đàn.

## Các thành phần chính của PSO

### Hạt (*Particle*):

Hạt hay cá thể trong PSO là một giải pháp tiềm năng cho bài toán, mỗi hạt có vị trí và vận tốc riêng trong không gian tìm kiếm. Nó đại diện cho một giải pháp cụ thể trong không gian các khả năng của bài toán đang được giải quyết. Thông thường, các phần tử này được khởi tạo ngẫu nhiên hoặc theo một số tiêu chí định sẵn. Việc khởi tạo quần thể phần tử rất quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả tìm kiếm của bầy đàn, đặc biệt trong quá trình tối ưu hóa.

### Bầy đàn (*Swarm*):

Bầy đàn trong PSO là tập hợp các phần tử (hạt), mỗi phần tử có thể tương tác với những phần tử khác trong bầy. Các phần tử trong bầy đàn chia sẻ thông tin với nhau và cùng nhau tiến tới một giải pháp tối ưu. Bầy đàn có thể được xem là một nhóm các giải pháp tiềm năng, nơi mỗi phần tử có thể học hỏi và cải thiện vị trí của mình thông qua sự tương tác với các phần tử khác.

### Position (Vị trí) và Velocity (Vận tốc):

* **Vị trí** của một phần tử được thể hiện trong không gian tìm kiếm, có thể là không gian 1 chiều, 2 chiều, hoặc nhiều chiều, và đại diện cho một giải pháp của bài toán. Vị trí này thay đổi qua các vòng lặp của thuật toán.
* **Vận tốc** là đại lượng quyết định mức độ và hướng thay đổi của vị trí phần tử trong các vòng lặp tiếp theo. Vận tốc này được điều chỉnh qua từng bước lặp để tối ưu hóa quá trình tìm kiếm giải pháp. Các phần tử sử dụng vận tốc để di chuyển trong không gian tìm kiếm đến vị trí mới, hướng về những vùng có giá trị hàm mục tiêu thấp (hoặc cao, tùy theo bài toán).

### *pBest* (*Personal Best* - Vị trí tốt nhất cá nhân):

Mỗi phần tử lưu trữ vị trí tốt nhất mà nó đã tìm thấy trong suốt quá trình tối ưu hóa. Vị trí này gọi là pBest và được tính dựa trên hàm mục tiêu của bài toán. pBest là thông tin quan trọng để phần tử điều chỉnh vận tốc của mình trong các vòng lặp tiếp theo, giúp nó tiến gần hơn đến vị trí tối ưu.

### gBest (Global Best - Vị trí tốt nhất toàn cục):

Vị trí tốt nhất toàn cục (gBest) là vị trí tối ưu nhất mà tất cả các phần tử trong bầy đàn tìm thấy trong quá trình tối ưu hóa. gBest được xác định từ tất cả các pBest của từng phần tử. Toàn bộ bầy đàn sẽ điều chỉnh vận tốc và vị trí của mình hướng về gBest trong các vòng lặp tiếp theo.

### Hệ số tự nhận thức và xã hội (*Cognitive* & *Social* *Coefficients*):

* ***Cognitive component* (hệ số tự nhận thức):** Đại diện cho kinh nghiệm của từng phần tử. Phần tử điều chỉnh vận tốc của mình dựa trên sự khác biệt giữa vị trí hiện tại và pBest của chính nó. Điều này khuyến khích phần tử tìm kiếm tốt hơn trong vùng xung quanh vị trí tốt nhất của chính nó.
* ***Social component*** **(hệ số xã hội):** Đại diện cho ảnh hưởng của bầy đàn đối với phần tử. Phần tử điều chỉnh vận tốc của mình dựa trên sự khác biệt giữa vị trí hiện tại và gBest của toàn bộ bầy. Điều này khuyến khích phần tử khám phá những khu vực mà các phần tử khác đã tìm thấy và có thể có giải pháp tốt.

### Inertia Weight (Hệ số quán tính):

Hệ số quán tính (w) kiểm soát tác động của vận tốc trước đó lên vận tốc hiện tại. Hệ số này giúp cân bằng giữa việc khám phá không gian tìm kiếm mới (tìm kiếm giải pháp ở các khu vực chưa được khai thác) và việc khai thác các vùng tìm kiếm có tiềm năng (tập trung vào các khu vực đã được tìm thấy là tối ưu). Nếu hệ số quán tính quá lớn, phần tử sẽ di chuyển nhanh và có thể bỏ qua các giải pháp tối ưu tiềm năng. Nếu quá nhỏ, phần tử sẽ di chuyển chậm và có thể không đủ khả năng khám phá các khu vực mới trong không gian tìm kiếm.

## Hàm mục tiêu (*fitness function*):

Hàm mục tiêu trong thuật toán PSO là một thành phần quan trọng, đóng vai trò trong việc đánh giá mức độ "tốt" của mỗi cá thể trong không gian tìm kiếm. Mỗi cá thể trong bầy đàn sẽ có một vị trí trong không gian giải pháp và hàm mục tiêu sẽ xác định giá trị hàm mục tiêu tại vị trí đó. Hàm này được tính dựa trên các tham số của bài toán, có thể là giá trị cần tối ưu hóa hoặc đạt được một mục tiêu cụ thể.

## Cập nhật vị trí và vận tốc:

Trong mỗi vòng lặp, vị trí và vận tốc của các cá thể được cập nhật dựa trên vị trí tốt nhất mà mỗi cá thể đạt được (*pBest*) và vị trí tốt nhất toàn bầy đàn (*gBest*). Công thức cập nhật vận tốc và vị trí giúp các cá thể cân bằng giữa việc khai thác (*exploitation*) vùng lân cận và khám phá (*exploration*) không gian tìm kiếm.

#### **Công thức cập nhật vận tốc**

|  |  |
| --- | --- |
|  | ( 1 ) |

* Trong đó:
* : Vận tốc của phần tử thứ theo chiều .
* : Vị trí hiện tại của phần tử thứ theo chiều .
* : Tham số quán tính, kiểm soát độ hội tụ và cân bằng giữa khám phá và khai thác.
* : Hệ số gia tốc, điều chỉnh tầm quan trọng của tự nhận thức (*cognitive*) và ảnh hưởng xã hội (*social*).
* : Các giá trị ngẫu nhiên trong khoảng (0,1).
* : Vị trí tốt nhất của phần tử và tốt nhất toàn cục.

#### **Công thức cập nhật vị trí**

Từ ( 1 ) ta có được vận tốc của cá thể, sau đó thực hiện cập nhật vị trí (*position*) được biểu diễn ở ( 2 )

|  |  |
| --- | --- |
|  | ( 2 ) |

* : Vị trí của phần tử thứ theo chiều .

## ****Quá trình hội tụ:****

Sau một số lần lặp, các cá thể sẽ dần hội tụ vào vùng có giá trị hàm mục tiêu tối ưu. Thuật toán dừng lại khi đạt được số lần lặp tối đa hoặc khi không còn cải tiến đáng kể trong kết quả. PSO là thuật toán đơn giản, dễ triển khai và có khả năng tìm kiếm giải pháp nhanh. Do đó, PSO được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như quy hoạch mạng cảm biến, tối ưu hóa lắp đặt thiết bị và xử lý hình ảnh. Trong bài toán giám sát lớp học, PSO giúp xác định vị trí tối ưu của các đầu đọc RFID, tối đa hóa độ bao phủ và giảm thiểu số lượng thiết bị cần thiết.

## Các công trình đã triển khai và nghiên cứu

Thuật toán PSO, mặc dù ra đời từ lâu, nhưng ứng dụng của nó trong thực tế đã được triển khai và nghiên cứu rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau:

* **Tối ưu dung lượng và vị trí tụ bù trong hệ thống điện:** Việc xác định dung lượng và vị trí tối ưu của bộ tụ bù công suất phản kháng trong hệ thống điện là một vấn đề quan trọng. Thuật toán PSO đã được áp dụng để tối ưu hóa vị trí và dung lượng của các bộ tụ bù này, giúp cải thiện hiệu quả vận hành của hệ thống điện.
* **Tối ưu hệ thống vận hành hồ chứa thủy điện:**Hệ thống đa hồ chứa thủy điện trong một lưu vực sông có mối quan hệ phức tạp về thủy văn, thủy lợi và thủy lực. Bài toán vận hành tối ưu hệ thống đa hồ chứa là một bài toán khó do sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các hồ chứa và các yếu tố phi tuyến. Thuật toán PSO đã được áp dụng để tính toán tối ưu hóa việc điều tiết hệ thống bốn hồ chứa (Lai Châu, Bản Chát, Sơn La và Hòa Bình) trên lưu vực sông Đà.
* **Tối ưu phân bố tải không cân bằng ba pha trên lưới điện phân phối:**Thuật toán PSO được sử dụng trong các mô hình dự báo tài chính và tìm kiếm tham số trong mạng nơ-ron, giúp cải thiện khả năng dự báo và ra quyết định trong các hệ thống tài chính. [19] [20] [21]
* **Ứng dụng trong tài chính và dự báo:**

Thuật toán PSO được sử dụng trong các mô hình dự báo tài chính và tìm kiếm tham số trong mạng nơ-ron, giúp cải thiện khả năng dự báo và ra quyết định trong các hệ thống tài chính.

* **Ứng dụng trong y sinh học:**

PSO đã được áp dụng để giải quyết các bài toán trong y sinh học, chẳng hạn như dự đoán cấu trúc protein và tìm kiếm cấu trúc ba chiều của protein với mức năng lượng thấp nhất. Điều này giúp hỗ trợ nghiên cứu phát triển thuốc và các ứng dụng y học khác.

* **Ứng dụng trong công nghệ thông tin và IoT:**

Trong lĩnh vực IoT, PSO được sử dụng để tối ưu hóa kết nối mạng và thu thập dữ liệu, giúp cải thiện hiệu suất và độ chính xác của các hệ thống IoT.

Như vậy, thuật toán PSO có ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, từ điện tử, tài chính, y sinh học đến công nghệ thông tin và IoT, nhờ vào khả năng tối ưu hóa hiệu quả và tìm kiếm các giải pháp tối ưu trong các không gian tìm kiếm phức tạp.

## Tổng kết chương

Trong chương này, chúng ta đã trình bày các khái niệm cơ bản về thuật toán Tối ưu hóa Bầy đàn Hạt (PSO) và ứng dụng của nó trong việc giải quyết bài toán Quy hoạch Mạng RFID. PSO là một thuật toán tối ưu hóa dựa trên mô phỏng hành vi bầy đàn, có khả năng tìm kiếm toàn cục và hội tụ nhanh chóng vào các giải pháp tối ưu. Chúng ta cũng đã khám phá các thành phần chính của PSO, bao gồm phần tử (particle), bầy đàn (swarm), vị trí và vận tốc, cùng với các yếu tố quan trọng như hệ số tự nhận thức và xã hội, hệ số quán tính, và các công thức cập nhật vận tốc và vị trí.

Các nghiên cứu liên quan đã chỉ ra rằng PSO có thể ứng dụng hiệu quả trong nhiều lĩnh vực, từ tối ưu hóa độ bao phủ trong mạng cảm biến không dây (WSN) cho đến giám sát an ninh và tối ưu hóa vị trí các đầu đọc RFID. PSO giúp cải thiện hiệu quả hệ thống giám sát, giảm chi phí triển khai, đồng thời tối đa hóa hiệu suất và độ bao phủ.

Cuối cùng, PSO đã chứng minh là một công cụ mạnh mẽ trong việc giải quyết các bài toán tối ưu phức tạp, bao gồm cả các bài toán trong lĩnh vực giám sát lớp học và ứng dụng trong quy hoạch mạng RFID.

# PHÂN TÍCH BÀI TOÁN



## Mô tả bài toán giám sát sinh viên trong lớp học:

Vấn đề giám sát điểm danh sinh viên trong các lớp học quy mô lớn hoặc yêu cầu theo dõi chuyên cần luôn gặp nhiều khó khăn, đặc biệt là việc xác định sự có mặt và vị trí cụ thể của sinh viên. Hệ thống giám sát dựa trên RFID có thể tự động hóa quá trình điểm danh, giảm thiểu sai sót và tiết kiệm thời gian so với phương pháp điểm danh thủ công hay dùng thẻ sinh viên.

**Yêu cầu bài toán:**

Nhận diện sinh viên: Mỗi sinh viên sẽ được cấp một thẻ tag tích hợp vào thẻ sinh viên hoặc căn cước công dân để có thể nhận diện qua đầu đọc RFID.

* **Độ bao phủ:** Cần đảm bảo các đầu đọc RFID được lắp đặt ở vị trí lý tưởng trong lớp học để nhận diện hết tất cả sinh viên. Số lượng đầu đọc cần được tối ưu, phù hợp với diện tích và không gian lớp học, tránh có khu vực không được giám sát đầy đủ.
* **Tối ưu số lượng và vị trí đầu đọc:** Sử dụng số lượng đầu đọc RFID tối thiểu nhưng vẫn đảm bảo khả năng bao phủ tốt nhất, tiết kiệm chi phí và tài nguyên.
* **Giảm thiểu nhiễu và xung đột tín hiệu:** Một vấn đề quan trọng trong hệ thống RFID là nhiễu sóng và xung đột tín hiệu. Do đó, cần đảm bảo tính ổn định trong quá trình nhận diện, lắp đặt và cài đặt để hạn chế sai số do nhiễu sóng hoặc tình trạng một đầu đọc cố gắng đọc cùng một thẻ.

Với khu vực lớp học phổ biến tại Trường Đại học Công thương như **Hình** 1, các khu vực màu trắng là những nơi khu vực ít sinh viên ở khu vực đó. Các khu vực màu xám được coi là không gian học tập của sinh viên.

**Hình 1**. Khu vực cần giám sát tại Trường Đại học Công Thương TP.Hồ Chí Minh

Khu vực bàn sinh viên

Khu vực bàn sinh viên

Cửa

Cửa

Bàn giáo viên

**50m**

Khu vực bàn sinh viên

**50m**

## Các yêu cầu và tiêu chí giám sát

Hệ thống RFID yêu cầu một vùng hoạt động trong lớp học có kích thước tối thiểu 50m x 50m, chưa tính đến các phòng có không gian lớn hơn. Các đầu đọc RFID sẽ được phân bố ngẫu nhiên trong không gian lớp học. Bài toán này, gọi là bài toán RNP (Reader Node Placement), phải thỏa mãn các tiêu chí và ràng buộc sau:

* **Độ bao phủ 100%:** Mỗi thẻ sinh viên phải nằm trong vùng bán kính của ít nhất một đầu đọc, đảm bảo rằng mọi thẻ đều có thể được nhận diện.
* **Vùng chồng lấn tối thiểu:** Tránh tình trạng nhiều đầu đọc nằm trong vùng bán kính của nhau, gây ra sự chồng lấn, làm giảm hiệu quả nhận diện. Vùng chồng lấn giữa các đầu đọc phải ở mức tối thiểu để tối ưu quá trình nhận diện thẻ.
* **Bài toán NP-khó:** Bài toán này có độ phức tạp cao và chưa được giải quyết toàn diện trong thời gian đa thức bởi bất kỳ thuật toán nào. Để tìm ra lời giải, cần sử dụng các thuật toán tối ưu mạnh mẽ. Do đó, thuật toán PSO là lựa chọn hợp lý để tìm ra giải pháp trong thời gian chấp nhận được.

**Thông số kỹ thuật:** Các đầu đọc RFID sử dụng tần số 915 MHz, công suất 2 W, trong khi công suất nhận của thẻ là 0,1 mW. Các đầu đọc được trang bị ăng-ten vô hướng, cho phép tạo ra vùng bao phủ dạng tròn, với bán kính được tính theo công thức sau:

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 3 )* |

* Trong đó:
* *Pt*: Năng lượng (*power*) truyền bởi đầu đọc (2 *W*);
* *Pt:* Năng lượng truyền bởi thể (0,1 *mW* hoặc -10 *dBm*);
* *Gt, Gr:* Độ lợi (*gain*) ca đầu đọc và thẻ;
* λ: Bước sóng;



**Hình 2.** Ví dụ khu vực hoạt động của RNP

### Phân tích kích thước mặt lưới

Trong một số nghiên cứu liên quan, phương pháp chia mặt lưới được áp dụng để tối ưu hóa vị trí lắp đặt các đầu đọc RFID trong lớp học. Cụ thể, vùng nhận diện của mỗi đầu đọc được tính toán dựa trên bán kính theo công thức đã đề cập trong tài liệu, với giá trị vùng nhận diện của mỗi đầu đọc là 3.69m.

Các mắt lưới được xây dựng dựa trên khái niệm đóng gói lục *giác (hexagonal packing)*, giúp tối ưu hóa không gian và giảm thiểu chồng lấn vùng bao phủ giữa các đầu đọc. Mỗi mắt lưới là một hình lục giác, và khoảng cách lắp đặt giữa các đầu đọc liên tiếp

được xác định sao cho tối đa hóa độ bao phủ mà không gây ra sự chồng lấn lớn giữa các vùng nhận diện của các đầu đọc.

Một yếu tố quan trọng trong việc lắp đặt các đầu đọc là góc . Theo mô hình lưới này, góc , có nghĩa là mỗi đầu đọc sẽ được lắp đặt theo các góc 30° so với các đầu đọc liền kề. Điều này giúp tạo ra một mạng lưới đồng đều và tối ưu cho việc nhận diện thẻ RFID của sinh viên trong lớp học.

A diagram of a circle with a triangle and a line

Description automatically generatedNhư vậy, việc phân tích kích thước mặt lưới và sử dụng phương pháp đóng gói lục giác sẽ giúp đảm bảo độ bao phủ toàn diện cho lớp học, đồng thời tối thiểu hóa sự chồng lấn vùng nhận diện của các đầu đọc RFID.

**Hình 3.** Vùng bao phủ được “tổ chức” nhau thành lục giác điều

Vậy ta có , như thế để bao phủ được diện tích X = 50 và Y = 50 như bài toán yêu cầu thì chúng ta cần , vậy với kính thước ô lưới 3.2m trong diện tích như đã yêu cầu thì ta cần tối đa 64 đầu đọc.

Như trong [15] sử dụng mắt lưới 1.6 cho thấy độ hiệu quả cả về giá trị fitness, độ bao phủ và số vòng lặp để hội tụ, cũng như độ nhiễu nhỏ hơn các thuật toán khác.

### Độ bao phủ

Mức độ bao phủ là một vấn đề mà bài toán này yêu cầu ở mức cao nhất trong thiết kế mạng RFID, trong đó ta cần bao phủ hết tất các thẻ tức mỗi thẻ điều được nằm trong vùng nhận diện của ít nhất một đầu đọc. Được định nghĩa trong [22] nên có công thức :

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 4 )* |

* Trong đó:
* dist(): khoảng cách Euclidean giữa thẻ và đầu đọc .
* : bán kính hoạt động của đầu đọc .
* tiêu chí 1 của hàm fitness

Ở giá trị bao phủ của một đầu đọc trong vùng được tính bằng khoảng cách sẽ cho ra với điều kiện khi và chỉ khi khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng (bán kính) hoạt động của đầu độc , thì thẻ đó được coi là bảo phủ bởi một đầu đọc bất kì và ngược lại đối với không được bao phủ bởi đầu đọc nào. Tóm lại đây là hàm được ưu tiên nhất vì khả năng bao phủ cao triển khai ít đầu đọc hơn sẽ tiết kiệm chi phí.

Theo *( 4 )*giá trị của sẽ nằm trong khoảng 0 đến 1 tức giá trị càng thấp tương ứng với độ bao phủ ít thẻ trong trong số thẻ và ngược lại.

### Độ nhiễu các thẻ

Trong ngữ cảnh của hệ thống mạng RFID, độ nhiễu là sự can thiệp giữa các tín hiệu của nhiều đâu đọc khi cùng phủ sóng lên một thẻ, điều này sẽ làm cho tín hiệu khó được phân biệt và gây xung đột, gây sai sót trong quá trình và khiến cho hệ thống phải xử lý lại nhiều lần gây tốn tài nguyên. Vì thế tiêu chí với độ ưu tiên ở mức hai được định nghĩa ở công thức sau: [23]

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 5 )* |

* Trong đó:

Ở *ITF* là độ nhiễu giữa các thẻ hay số lượng thẻ nằm trong vùng chồng lấp, là tổng số lượng thẻ trong mạng RFID, được coi là mức độ nhiễu của thẻ , là số lượng đầu đọc bao phủ thẻ , nếu một thẻ năm trong phạm vi hoạt động của nhiều hơn một đầu đọc thì có nhiễu khi đó giá trị này cũng tăng theo số lượng đầu đọc bao phủ thẻ , một thẻ nằm trong phạm vi hoạt động không quá một đầu đọc được coi là không có nhiễu

Từ *( 5 )* mà ta có công thức nhiễu tổng thể của các thẻ:

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 6 )* |

Ta có giá trị khi và chỉ khi khi đó không có thẻ nào nằm trong vùng chồng lấp.

Là tích của nghịch đảo số lượng thẻ mà mỗi đầu đọc bao phủ, nếu có một đầu đọc bao phủ nhiều thẻ lớn thì giá trị sẽ nhỏ từ đó làm giảm giá trị của sẽ cao hơn và cho thấy sự cân bằng tải tốt hơn.

### Giá trị hàm mục tiêu

Một trong thủ thuật của các bài toán bầy đàn thì việc lắp đặt đầu đọc sao cho phù hợp với yêu cầu với thực tế cũng như bài toán, trong đó cần xét đến nhiều tiêu chí và đáp ứng được yều cầu. Quan trọng nhất vẫn là đạt được độ bao phu tối đa, độ nhiễu ở mức trung bình và cân bằng tải của các đầu đọc. Vì thế được 3 tiêu chí này được sử dụng làm hàm mục tiêu trong quá trình tối ưu thuật toán về bài toán quy hoạch mạng RFID.

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 7 )* |

Khi đó có trọng số trong hàm mục tiêu k và . Kết quả của giá trị fitness đồng thời cũng cung cấp thông tin cho quẩn thể để đưa hướng giải quyết tốt nhất hay cách di chuyển sao cho tối ưu nhất, giá trị fitness nằm trong khoảng [0, 1].

### Điều chỉnh vị trí đầu đọc qua thuật toán lực ảo

Trong quá trình hội tụ của thuật toán PSO thì không tránh được khả năng bao phủ toàn diện và bị chồng lấp quá độ mà có thể bị bỏ qua giá trị mục tiêu của chính nó. Vì thế kết hợp với lực ảo gồm có lực đẩy ra và lực hút vào sẽ cho ra kết quả đáng mong đợi.

Sau khi quá trình chạy thuật toán xong sẽ được quá trình gọi là lực ảo, ở đây có lực ảo chính được đề xuất trong [20] và [23], Yating và cộng sự đã giới thiệu hai lực ảo là lực đẩy ra và lực hút vào cụ thể:

Lực đẩy sẽ hoạt khi giữa các cặp đầu đọc, xét khoảng cách giữa hai đầu đọc nhỏ hơn hai lần bán kính phủ sóng, khi đó lực đẩy sẽ đẩy chúng ra nhằm giảm nhiễu và lực đẩy cũng được tính dựa trên hệ số cho trước hoặc xác đinh từ vị trí của đầu đọc liền kề.

Khi áp dụng vào đầu đọc A và B có vùng phủ sóng chồng lấp, được tính như sau:

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 8 )* |
|  | *( 9 )* |
|  |  |

Trong không gian hai là tọa độ của đầu đọc được xác định trước, là hệ số điều chỉnh ngẫu nhiên [0, 1] thể hiện mức độ đẩy.

Lực hút lại làm cải thiện độ bao phủ, khi đó duyệt qua tất cả thẻ nếu chưa được bao phủ hoặc nằm trong phạm vi bán kính tối ở các đầu đọc, từ đó lực hút sẽ hoạt động kéo đầu đọc gần đó về phía thẻ hơn và cũng có trọng lực kéo riêng để điều chỉnh tùy thuộc vào yêu cầu của bài toán đặt ra, ở đây độ ưu tiên là bao phủ tối đa nên lực hút sẽ có trọng số cao hơn lực đẩy.

Lực hút được khi một thẻ chưa được bao phủ bởi bất kỳ đầu đọc nào. Lực hút kéo đầu đọc gần nhất với thẻ đó được tính như sau:

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 10 )* |
|  | *( 11 )* |

Trong đó là tọa độ của thẻ được bao phủ, là hệ số điều chỉnh tương tự, cho ra lực hút mới cho mỗi thế hệ.

Quy trình tổng hợp là sau khi tính toán lực hút *( 8 )*, *( 9 )* và lực đẩy *( 10 )*, *( 11)* vị trí mới của đầu đọc được cập nhật được biểu diễn như *( 12 )* và *( 13 )* :

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 12 )* |
|  | *( 13 )* |

### Kết hợp với lý thuyết hỗn loạn

Một sự cải tiến mạnh mẽ hơn trong PSO được đề xuất trong [23], Shaymaa và các cộng sự đã giới thiệu PSO kết hợp với chaos theory (lý thuyết hỗn loạn), sự kết hợp này có thể làm tăng cường khả năng khám phá trong không gian tìm kiếm, giảm cực trị cục bộ tức là trách tình trạng các hạt di chuyển mãi ở một chỗ, cần một sự bức phá trong quá trình di chuyển để tối ưu hóa vị trí của đầu đọc tốt hơn.

#### Đặt điểm của hệ hỗn loạn

Giá trị hỗn loạn ban đầu được khởi tạo ngẫu nhiên hay được gọi là *Chaotic mapping* (ánh xạ hỗn loạn), giá trị này sẽ được cập nhật qua mỗi thế hệ kết hợp với hằng số hỗn loạn, tiếp đó giá trị sẽ được áp dụng vào cùng với trọng số của cả bầy đàn có được trong quá trình hội tụ, phương pháp đảm bảo phủ sóng tốt nhất và tránh can nhiễu cũng được đề xuất trong [23], được mô tả chi tiết trong [24] của áp dụng trong hệ thống điều khiển. Hệ hỗn loạn là một trạng thía chuyển động không biết trước được bằng phương trình xác định, một số phương cụ thể như ngẫu nhiên giả (*Pseudo-randomness*) rằng các biến hỗn loạn được sinh ra ngẫu nhiên thông qua phương trình lặp xác định, tiếp là khả năng bao quát (*Ergodicity*) điều này có khả năng duyệt qua tất cả các trạng thái mà ở đó không lặp lại trong không gian tìm kiếm, mặc dù các biến hỗn loạn là ngẫu nhiên, chúng được tạo ra bởi một phương trình lặp cụ thể và có quy luật nội tại. Nhảy cảm với giá trị ban đầu với một chút thay đổi nhỏ của giá trị ban đầu có thể dẫn đến sự khác biệt lớn trong kết quả về sau.

#### Công thức Chaotic Mapping (Ánh xạ hỗn loạn)

Được áp dụng trong ánh xạ Logistic nhằm để tạo ra giá trị hỗn loạn , sự hỗn loạn góp phần vào chất lượng của lời giải và độ hội tụ của PSO và cũng phụ thuộc vào sự khởi tạo của các đầu đọc, sự ngẫu nhiên trong hỗn loạn này được gọi là chuỗi ngẫu nhiên có tính bao quát và ngẫu nhiên giả, chuỗi duyệt qua không gian tìm kiếm mà không lặp lại, khi đó giúp được tìm kiếm tối ưu toàn cục một cách nhanh chóng.

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 14 )* |

Khi giá trị tham số sự hỗn loạn này ở trạng thái hỗn loạn toàn phần và các giá trị ban ban đầu khác các với giá trị đặt biệt (0.25, 0.5, 0.75) điều này sẽ tạo nên một chuỗi ngẫu nhiên hỗn loạn không lặp lại.

#### Kết hợp ánh xạ hỗn loạn trong trọng số quán tính

Trong quá trình tìm kiếm tối ưu, trọng số quán tính được cập nhật liên lục để có thể quyết định mức độ ảnh hưởng của vận tốc hiện tại lên vận tốc tiếp theo của đầu đọc, giảm dần theo số vòng lặp và được tính như công thức:

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 15 )* |

là trọng số quán tính ban đầu, là trọng số quán tính tối thiểu, số vòng lặp hiện tại, số vòng lặp tối đa.

Sau đó cập nhật vận tốc hỗn loạn thông qua trong trọng số quán tính như phương trình *( 15* ) và chúng ta được phương trình:

|  |  |
| --- | --- |
|  | *( 16 )* |

Trong số quán tính mới sau khi áp dụng giá trị hỗn loạn ở giá trị hỗn loạn tại vòn lặp của từ phương trình *( 14 )*.

Tóm lại việc khám pha ban đầu cũng như trọng số quán tính lớn giúp cá thể di chuyển xa hơn để khám phá theo chiều sâu lẫn chiều rộng, sau đó trọng số sẽ giảm việc này cũng tập trung vào khai thác vùng lân cận của phương án tối ưu nhất, nhưng việc kết hợp này rằng để sử dụng giá trị hỗn loạn giúp các cá thể có khả năng di chuyển theo quỹ đạo không cố định, tránh trường hợp lặp lại và cực trị cục bộ.

### Loại bỏ đầu đọc dư thừa

Ở giai đoạn cuối quá trình tối ưu hóa, việc mà các đầu đọc hội tụ và không bao phủ bất kỳ thẻ nào thì gây ra sự lãng phí. Vì thế ở bước cuối của quá trình tối ưu sẽ được tích hợp với kỹ thuật loại bỏ đầu dư thừa và đề xuất trong [25], chính sách loại bỏ đầu đọc dư thừa được phần loại như sau:

Quy trình loại bỏ đầu đọc được thực hiện lần lượt tắt tất cả đầu đọc để kiểm thử của việc loại bỏ một đầu đọc mà thoải mãn các tiêu chí trong [25] gồm việc xác định các thiết bị đầu đọc có thể loại bỏ theo ba tiêu chí sau:

* Loại bỏ khi và chỉ khi việc loại bỏ chỉ làm giảm tỷ lệ bao phủ 1% và tổng tỷ lệ bao phủ không giảm xuống dưới 90%.
* Loại bỏ khi và chỉ khi việc loại bỏ nó có thể làm giảm nhiễu tổng thể hơn 10%.
* Loại bỏ khi và chỉ khi việc loại bỏ chỉ làm giảm giá trị hàm mục tiêu dưới 1%.

# GIẢI THUẬT TỐI ƯU HÓA BẦY ĐÀN (PSO) TRONG GIÁM SÁT



## Xây dựng bài toán PSO cho lớp học:

Để xây dựng bài toán ta sẽ xem xét một số tình huống có thể ứng dụng PSO. Cụ thể cần tập trung vào tối ưu vị trí chỗ ngồi của học sinh trong lớp theo các tiêu chí như mức độ tập trung, độ tương tác của giáo viên với học sinh. Dựa vào đây ta có thể sử dụng PSO để tìm ra cách sắp xếp chỗ ngồi phù hợp nhất.

Xác định các thành phần của bài toán, mỗi thành phần đại diện cho một chỗ ngồi. Mỗi học sinh có một vị trí ngồi cố định trong lớp học.

Khởi tạo bầy đàn bằng cách tạo nhiều cách sắp xếp ngẫu nhiên các vị trí chỗ ngồi.

Đánh giá hàm mục tiêu cho từng hạt đại diện cho vị trí chỗ ngồi dựa trên các tiêu chí đã cho.

Di chuyển và cập nhật vị trí, điều chỉnh vận tốc của các hạt dựa trên vị trí tốt nhất của hạt hoặc của toàn bộ bầy đàn đạt được.

Điều kiện dừng: Quá trình lặp lại đến số lần lặp tối đa hoặc đạt được giải pháp tối ưu.

Kết quả sau khi thuật toán PSO hoàn thành sẽ thu được một cách sắp xếp chỗ ngồi tối ưu, cải thiện các vấn đề đã đặt ra trong không gian lớp học nói riêng và không gian tìm kiếm nói chung nhằm tối ưu hóa các đầu đọc RFID trong khu vực làm việc.

## Các bước triển khai thuật toán PSO:

### Thuật toán PSO cơ bản

Thuật toán PSO được công bố lần đầu tiên bởi *Kennedy* cùng với cộng sự *Eberhart* năm 1995 [26], lấy cảm hứng từ tự nhiên của động vật đi tìm thức ăn trong quần thể. Trong bầy đàn có các cá thể (*particle*) cũng là đại diện cho một đầu đọc.

**Các bước thực hiện của PSO cơ bản:**

1. **Khởi tạo quần thể:** Tạo ngẫu nhiên vị trí và vận tốc của các cá thể trong không gian, gán giá trị và sau cùng là xác định trong được coi là tốt nhất trong bầy đàn.
2. **Đánh giá và xác định hàm fitness:** Tính toán giá trị hiện tại của quần thể thông qua hàm fitness như ở **Công thức 7** cho vòng lặp hiện tại.
3. **Cập nhật** **giá trị:** Sau khi cập nhật và thì được so sánh với giá trị fitness của quần thể, sao cho cá thể nào đạt được cao hơn giá trị fitness sẽ được coi là cá thể tìm thấy giải pháp tốt nhất.
4. **Tối ưu hóa:** mỗi cá thể thứ sẽ được cập nhật vận tốc và vị trí theo như phương trình **Công thức 1** và **Công thức 2**:
5. **Điều kiện dừng**: Lặp lại từ Bước 2 cho đến Bước 4 trong số lần lặp cho trước hoặc cho đến khi đạt đủ chi tiêu yêu cầu bài toán (Ví dụ: qua 5 lần lặp không thay đổi giá trị hàm mục tiêu).

Tóm lại các bước trên là quá trình cơ bản nhất của PSO trong quy hoạch mạng RFID sử dụng phương pháp tìm kiếm và hợp tác của cá thể, sự cộng sinh giữa cá thể sẽ cho ra giải pháp tốt nhất và chia sẻ cho các cá thể xung quanh nó.

### Thuật toán PSO cải tiến

Các bước thực hiện MPSO là một phương pháp tối ưu lai kết hợp giữa khỏi tạo K-means [20], ánh xạ hỗn loạn, lực ảo [23] và loại bỏ đầu đọc dư thừa.

**Các bước và phương pháp của thuật toán PSO tiên tiến trong quy hoạch mạng RFID được thực hiện như sau:**

1. **Khởi tạo quần thể:** Tiến hành tạo từng tâm cụm và so sánh kết quả, cho ra số lượng đầu đọc và vị trí ban đầu bằng thuật toán *K-means* sao cho đạt ngưỡng yêu cầu.
2. **Tối ưu hóa và xác định hàm mục tiêu:** Áp dụng thuật toán PSO để tối ưu hóa vị trí các đầu đọc tương tự như PSO truyền thống và kết hợp với ánh xạ hỗn loạn trong mục 3.2.6 và tính toán hàm mục tiêu trong mục 3.2.4.
3. **Kết hợp lực ảo:** Tinh chỉnh vị trí bằng lực ảo nhiều lần như trong mục 3.2.5, kết thúc khi độ bao phủ không thay đổi qua 5 lần lặp.
4. **Loại bỏ đầu đọc:** Loại bỏ đầu đọc dư thừa sao cho phù hợp với yêu cầu và cho ra số lượng đầu đọc lý tưởng nhất.
5. **Điều kiện dừng:** Quá trình lặp sẽ từ Bước 2 cho đến bước Bước 4 trong số lần lặp cho trước hoặc cho đến khi đạt đủ chi tiêu yêu cầu bài toán (Ví dụ: qua 5 lần lặp không thay đổi giá trị hàm mục tiêu).

# MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ



## Môi trường và công cụ mô phỏng:

Kết quả mô phỏng được thực hiện trên máy tính *PC* *Windows* 10 *Enterprise*, *AMD* *Ryzen* 3 2200G *with* *Radeon* *Vega* Graphics 3.50 *GHz*, 8GB RAM. Sử dụng ngôn ngữ Python, không gian thử nghiệm 50m 50m, có 200 thẻ RFID được tạo vị trí ngẫu nhiên, với bán kính cố định của mỗi đầu đọc là . Số lượng đầu đọc RFID được thay đổi từ 5 đến 50 đầu đọc trong quá trình mô phỏng. Được thực hiện thông qua các thông số như ở

## Kịch bản mô phỏng:

|  |  |
| --- | --- |
| **Tham số** | **Giá trị** |
| Số lượng thẻ (Tag) | 100, 200, 265 (thẻ) |
| Trọng số fitness |  |
| Hàm mục tiêu | Phương trình ( 7 ) |
| Điều kiện dừng | Qua 100 thế hệ hoặc 5 thế hệ fitness không đổi |
| Bán kính đầu đọc | 3.69m |
| Kích thước mắt lưới (m) | 3.2, 1.6, 0.8 |
| ***Các tham số của PSO*** | |
| (Hệ số tương tác giữa các cá thể) | 1.5 |
| (Hệ số tương tác toàn quần thể) | 1.5 |
| (Hằng số hỗn loạn) | 4 |
| (Trọng số quán tính ban đầu) | 0.9 |
| (Trọng số quán tính tối thiểu) | 0.4 |
| ***Các tham số của FA*** | |
| (Độ hấp dẫn ban đầu) | 1 |
| (Hệ số giảm độ hấp dẫn) | 1 |
| (Hệ số ngẫu nhiên) | 0.5 |
| Phương pháp khởi tạo | Thuật toán K-means |
| Phương pháp lực ảo | Kết hợp lực đẩy và lực hút |
| Ngưỡng dừng khởi tạo | 95% độ bao phủ hoặc 100% |
| Ngưỡng dừng áp dụng lực ảo | Qua 50 vòng lặp fitness không đổi |
| Loại bỏ đầu đọc dư thừa | Theo các tiêu chí ở mục **3.2.7** |

**Bảng 1.** Các tham số mô phỏng

**Mục tiêu mô phỏng bao gồm:**

* So sánh các mắt lưới qua từng số lượng thẻ trong vùng làm việc
* So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID giữa 3 kích thước mắt lưới dựa trên giá trị bao phủ.
* So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID giữa 3 kích thước mắt dựa trên giá trị fitness.
* So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID giữa 3 kích thước mắt dựa trên giá trị tỉ lệ các thẻ nằm trong vùng chồng lấn.
* So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID giữa 3 kích thước mắt dựa trên giá trị thời gian thực.

## Kết quả mô phỏng:

Mô phỏng được thực hiện khảo sát với 3 kích thước mắt lưới lần lượt gồm: 3.2m, 1.6m, 0.8m được mô tả và tính toán ở Bảng 2. Nhận thấy rằng sử dụng kích thước càng nhỏ thì sẽ càng nhiều vị trí đầu đọc được triển khai, do đó sẽ khó khăn trong tiết kiệm chi phí. Ta có với mắt lưới 3.2m sẽ cho tổng cộng là 256 vị trí lắp đặt, mắt lưới 1.6m có 1024 vị trí và mắt lưới 0.8m có 4096 vị trí lắp đăt.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TT** | **Kích thức mắt lưới** | **Số vị trí tối đa có thể lặp đặt trong vùng làm việc 50x50** |
| 1 | 3.2 |  |
| 2 | 1.6 |  |
| 3 | 0.8 |  |

**Bảng 2.** Đánh giá số vị trí tối đa mà cần lắp đặt với các kích thước mắt khác nhau

### So sánh các mắt lưới qua từng số lượng thẻ trong vùng làm việc

Trong quá trình nghiên cứu nhận thấy các tiêu chí có tăng hoặc giảm có thể là do số lượng thẻ trong vùng làm việc, nên vì thế chúng tôi sẽ thực hiện lập bảng so sánh như ở Bảng 3, phần này sẽ triển khai với 3 kích thước mắt lưới kết hợp với số lượng thẻ được phân bố ngẫu, qua các lần so sánh là các thẻ cố định qua từng lần chạy thuật toán.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Số lượng thẻ | 100 thẻ | | | 200 thẻ | | |
| Kích thước mắt lưới | 3.2 | 1.6 | 0.8 | 3.2 | 1.6 | 0.8 |
| Giá trị fitness | 0.88 | 0.9 | 0.87 | 0.93 | 0.94 | 0.94 |
| Độ chồng lấn/nhiễu | 7% | 6% | 2% | 9% | 5.5% | 8.5% |
| Độ bao phủ | 77% | 84% | 84% | 89% | 87% | 91% |
| Thời gian thực hiện | 15.05s | 12.62s | 15.80s | 48.76s | 53.22s | 48.47s |
| Số lượng đầu đọc ban đầu | 44 | 44 | 44 | 65 | 65 | 65 |
| Số lượng đầu đọc sau loại bỏ | 44 | 39 | 41 | 54 | 55 | 60 |

**Bảng 3**. So sánh các mắt lưới qua từng số lượng thẻ trong vùng làm việc

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Kích thước** | **Thuật toán PSO** | | | | **Thuật toán FA** | | | |
| **Giá trị fitness** | **Số vòng lặp** | **Độ nhiễu** | **Độ bao phủ** | **Giá trị fitness** | **Số vòng lặp** | **Độ nhiễu** | **Độ bao phủ** |
| 1 | 3.2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 1.6 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 0.8 |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Bảng 4.** So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID của 2 thuật toán PSO và FA theo kích thước mắt lưới khác nhau trong 100 thẻ

|  |  |
| --- | --- |
| 1. *Có 77 thẻ được bao phủ trong 100 thẻ* | 1. *Có 178 thẻ được bao phủ trong 200 thẻ* |
| 1. *Có 84 thẻ được bao phủ trong 100 thẻ* | 1. *Có 174 thẻ được bao phủ trong 200 thẻ* |
| 1. *Có 84 thẻ được bao phủ trong 100 thẻ* | 1. *Có 182 thẻ được bao phủ trong 200 thẻ* |

**Hình 4.** Vị trí lắp đặt tối ưu của các đầu đọc với phương pháp PSO được cải tiến.

### So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID qua các kích thước mắt lưới dựa trên giá trị bao phủ

Tiến hành khải sát trên 3 kích thước mắt lưới 3.2m, 1.6m và 0.8m trong khi đó tăng số lượng đầu đọc lên 265 tag để xem được với số lượng thẻ nhiều độ hiệu quả của thuật toán, được phân bổ bằng thuật toán *K-means* đạt ngưỡng 95% độ phủ thì dừng, xét giá trị bao phủ từ 5 đến 50 đầu đọc. Kết quả so sánh như ở Hình 4.

A graph with a line and a red line

Description automatically generated

**Hình 5.** Biểu đồ so sánh giá trị bao phủ của các mắt lưới.

Từ kết quả ta thấy độ bao phủ tăng dần theo số lượng đầu đọc, mắt lưới 3.2 có độ bao phủ tốt nhất khi số lượng đầu đọc lớn, nhưng ở mức dưới 20 đầu đọc thì hiệu quả làm kém cho thấy mắt lưới này phù hợp cho không gian nhỏ hoặc chi phí triển khai thấp, còn mắt lưới 1.6 lại cho kết quả ổn định và cân bằng hơn với độ phủ cao ở mọi giai đoạn ít hoặc nhiều đầu đọc. Cuối cùng mắt lưới 0.8 có độ phủ thấp nhất ở mức đầu đọc ít

### So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID qua các kích thước mắt lưới dựa trên tỉ lệ các thẻ ở trong vùng chồng lấn

Tiếp tục xem xét tiếp tục ở vùng chồng lấp hay độ nhiễu của vùng làm việc. Trong đó khả năng phân bố các thẻ là ngẫu nhiên nên việc các thẻ bị nằm trong vùng chồng lấn là rất cao nên việc tìm ra mắt lưới nào giảm tối thiểu mức độ nhiễu là điều quan trọng, việc này cũng làm tăng tuổi thọ của các đầu đọc cũng như tránh gây hao phí năng lượng và gây xung độ dữ liệu, tương tự trên 3 mắt lưới như đã liệt kê và kết quả ở Hình 5.

A graph with lines and numbers

Description automatically generated

**Hình 6.** Biểu đồ so sánh tỉ lệ các thẻ ở trong vùng chồng lấn của các mắt lưới.

Như ở kết quả so sánh trên, mắt lưới 1.6 có độ chồng lấn cao nhất khi số lượng đầu đọc lớn từ 40 đến 50 đầu đọc, trong khi đó mắt lưới 0.8 có độ chồng lấn thấp hơn mắt lưới 1.6 và ổn định, còn mắt lưới 3.2 độ chồng lấn thấp nhất trong phần lớn trường hợp nhưng ở giai đoan từ 30 đến 40 đầu có xu hướng giảm so với các mắt lưới khác.

### So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID qua các kích thước mắt lưới dựa trên giá trị *fitness*

Giá trị hàm Fitness cũng quan trọng trong dạng bài toán NP-khó để tìm ra lời giải tốt nhất nên vẫn tiếp tục so sánh tương tự, để biết được quá trình hội tụ và tính toán của PSO thì như kết quả so sánh ở Hình 6.

A graph with a line and a red line

Description automatically generated

**Hình 7.** Biểu đồ so sánh giá trị fitness của các mắt lưới.

Qua kết quả so sánh giá trị Fitness có xu hướng tăng ổn định đối với cả ba loại mắt lưới khi số lượng đầu đọc tăng từ 10 đến 50, mắt lưới 3.2 dẫn đầu về giá trị Fitness ở giai đoạn số lượng đầu đọc lơn (40-50 đầu đọc), cho thấy sự hiệu quả tốt nhất khi triển khai nhiều đầu đọc, mắt lưới 1.6, giá trị Fitness thấy hơn mắt lưới 3.2 một chút ở giai đoạn cuối nhưng vẫn giữ được sự ổn định, còn lại mắt lưới giá trị Fitness thấp nhất ở phần lớn các trường hợp, nhưng có sử ổn định và không có điểm giảm đột ngột.

### So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID qua các kích thước mắt lưới dựa trên thời gian thực

Thời gian thực hiện cũng là một nhược điểm của thuật toán PSO so sánh với các thuật toán bầy đàn khác nên chúng tôi quyết định vẫn thực hiện so sánh quá trình thực hiện của PSO qua, vì vậy cần tìm ra thời gian nhanh nhất giữa các mắt lưới khác nhau, việc này là đo lường về mặt chi phí thời gian tính toán, kết quả ở Hình 7.

A graph with a red line and blue line

Description automatically generated

**Hình 8.** Biểu đồ so sánh thời gian thực hiện của các mắt lưới.

Kết quả thể hiện trên cho thấy tất cả mắt lưới đều có xu hướng tăng thời gian xử lý khi số lượng đầu đọc tăng từ 10 đến 50, khi so sánh thấy được mắt lưới 1.6 có thời gian thực hiện cao nhất, đặt biệt khi số lượng đầu đọc lớn hơn 30 và cho thấy hiệu suất kém hơn so với các mắt lưới khác. Ở mắt lưới 3.2 thời gian đạt mức trung bình, tương đối ổn định nhưng tăng nhẹ ở giai đoạn cuối (40-50 đầu đọc) và mắt lưới 0.8 có thời gian thực hiện thấp nhất ở phần lớn các trường hợp, đặt biệt khi số lượng đầu đọc lớn, chứng tỏ hiệu suất tốt hơn về mặt thời gian xử lý

## Tổng kết chương và đề xuất phương pháp mắt lưới tối ưu

Tổng quan cho thấy mỗi mắt lưới cho thấy được điểm mạnh khác nhau, tùy theo nhu cầu và kính tế của mỗi trường hợp như ở mắt lưới 0.8 là lựa chọn tối ưu nhất về thời gian xử lý, giá trị Fitness cao và độ chồng lấn thấp vì ô lưới càng nhỏ thì vị trí có nhiều hơn, linh hoạt hơn trong việc tối ưu phù hợp với không gian lớn hoặc nhiều thẻ, tiếp đó mắt lưới 1.6 phù hợp nếu cần tăng khả năng bao phủ và không ngại thời gian thực hiện dài hơn, còn mắt lưới 3.2 là lựa chọn cân bằng nếu không gian ít sinh viên như ở thư viện hoặc phòng ít sinh viên, nhưng không quá nhạy với nhiễu hoặc thời gian xử lý. Cuối cùng sử dụng mắt lưới 0.8 nếu ưu tiên hiệu xuất và tính tối ưu, đặt việc trong các bài toán yêu độ chính xác cao và giảm chi phí vận hành.

# KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN



## Kết luận:

Thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO) là một công cụ mạnh mẽ cho việc triển khai hệ thống RFID giám sát sinh viên trong lớp học. Với khả năng tối ưu hóa vị trí đầu đọc, xử lý dữ liệu và phân bổ tài nguyên, PSO có thể cải thiện hiệu suất của hệ thống giám sát. Tuy nhiên, việc điều chỉnh tham số và khả năng rơi vào cực tiểu cục bộ là những vấn đề cần được xem xét và giải quyết để đảm bảo hiệu quả tối đa khi áp dụng PSO trong các ứng dụng thực tế.

Việc áp dụng PSO trong hệ thống RFID giám sát sinh viên trong lớp học không chỉ mang lại những lợi ích thiết thực ngay lập tức mà còn mở ra nhiều cơ hội nghiên cứu và phát triển trong tương lai. Sự kết hợp giữa công nghệ và thuật toán tối ưu hóa không chỉ giúp cải thiện hiệu suất của hệ thống mà còn góp phần vào việc nâng cao chất lượng giáo dục và quản lý học tập. Điều này khẳng định rằng, trong bối cảnh hiện đại, việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến và các thuật toán thông minh sẽ là xu hướng tất yếu trong lĩnh vực giáo dục, hứa hẹn mang đến một môi trường học tập hiệu quả và đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của xã hội.

## Hạn chế của nghiên cứu:

Mặc dù việc áp dụng các phương pháp heuristic để tìm ra giải tối ưu trong quy hoạch mạng RFID thì thuật toán PSO còn nhiều điểm hạn chế ở các tiêu chí như thời gian thực hiện hoặc giá trị bao phủ không bằng các thuật toán bầy đàn khác nhưng khi được cải tiến thì thuật toán cho thấy sự tối ưu hơn về mặt độ bao phủ.

Nói về độ hiểu quả của thuật toán PSO là chưa thực hiện nghiên cứu so sánh với các thuật toán bầy đàn khác, chỉ thực hiện so sánh chỉ một thuật toán dựa trên các mắt lưới để tìm ra mắt lưới tối ưu dựa trên

Hạn chế tiếp theo là về mắt triển khai lắp đặt mô phỏng thực tế, đó là mua hoặc thuê thiết bị lắp đặt thử ở Trường Đại học Công Thương, lý do chưa được triển khai là chi phí mua thiết bị quá cao và thiết bị không thuê được nên nghiên cứu này chỉ mô phỏng thông qua biểu đồ so sánh hay kết quả chỉ số trên bảng biểu.

## Hướng phát triển:

Hướng phát triển cho nghiên cứu về việc áp dụng PSO trong hệ thống RFID giám sát sinh viên trong lớp học

Để nâng cao hiệu quả của hệ thống RFID giám sát sinh viên và tối ưu hóa việc áp dụng thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PSO), có thể xem xét một số hướng phát triển sau đây:

Kết hợp với các thuật toán khác: Nghiên cứu và phát triển các biến thể của PSO bằng cách kết hợp với các thuật toán tối ưu hóa khác như Thuật toán di truyền (GA), Thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (ACO) hoặc các phương pháp học sâu (Deep Learning) để cải thiện khả năng hội tụ và giảm thiểu rủi ro mắc kẹt ở cực tiểu cục bộ.

Phát triển PSO thích ứng: Thiết kế các biến thể PSO có khả năng tự động điều chỉnh tham số trong quá trình tối ưu hóa, giúp cải thiện tính linh hoạt và hiệu suất của thuật toán.

Mô hình hóa chính xác hơn: Phát triển các mô hình mô phỏng chính xác hơn để phản ánh thực tế của môi trường lớp học, bao gồm các yếu tố như sự di chuyển của sinh viên, sự can thiệp từ môi trường và các yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến hoạt động của hệ thống RFID.

Sử dụng mô phỏng 3D: Ứng dụng công nghệ mô phỏng 3D để trực quan hóa cách thức hoạt động của hệ thống RFID và tối ưu hóa vị trí của các đầu đọc, từ đó cải thiện khả năng đưa ra quyết định.

Sử dụng Big Data và AI: Kết hợp PSO với công nghệ Big Data và trí tuệ nhân tạo (AI) để phân tích và xử lý dữ liệu thu thập được từ hệ thống RFID. Điều này có thể giúp cải thiện khả năng dự đoán và ra quyết định, từ đó tối ưu hóa quá trình giám sát sinh viên.

IoT và RFID: Khám phá khả năng tích hợp hệ thống RFID với Internet of Things (IoT) để thu thập dữ liệu theo thời gian thực và tối ưu hóa các quy trình quản lý lớp học.

Chạy thử nghiệm thực tế: Tiến hành các thí nghiệm thực tế tại các cơ sở giáo dục để đánh giá hiệu quả của hệ thống RFID được tối ưu hóa bằng PSO. Kết quả từ các thí nghiệm này sẽ cung cấp dữ liệu quý giá để cải tiến hệ thống.

Phát triển ứng dụng di động: Tạo ra ứng dụng di động cho sinh viên và giảng viên để theo dõi thông tin và tương tác với hệ thống RFID, từ đó nâng cao trải nghiệm người dùng.

Đào tạo cho giảng viên và sinh viên: Tổ chức các khóa đào tạo cho giảng viên và sinh viên về cách sử dụng và tối ưu hóa hệ thống RFID, giúp họ hiểu rõ hơn về lợi ích của công nghệ này trong việc giám sát và quản lý lớp học.

Tăng cường nhận thức về bảo mật dữ liệu: Đưa ra các biện pháp và hướng dẫn về bảo mật dữ liệu liên quan đến hệ thống RFID, nhằm đảm bảo rằng thông tin của sinh viên được bảo vệ tốt nhất.

Xây dựng hệ thống linh hoạt: Phát triển hệ thống RFID có khả năng mở rộng và thích ứng với các môi trường học tập khác nhau, từ các lớp học truyền thống đến các không gian học tập trực tuyến hoặc kết hợp.

Tích hợp với các hệ thống quản lý giáo dục khác: Nghiên cứu khả năng tích hợp hệ thống RFID với các hệ thống quản lý học tập và giáo dục khác để tạo ra một nền tảng quản lý toàn diện.

Hướng phát triển này không chỉ giúp tối ưu hóa hiệu suất của hệ thống RFID trong việc giám sát sinh viên mà còn mở ra nhiều cơ hội mới cho việc ứng dụng công nghệ trong giáo dục. Sự kết hợp giữa PSO và các công nghệ mới sẽ tạo ra một môi trường học tập thông minh, nâng cao chất lượng giáo dục và đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của xã hội hiện đại. Các nhà nghiên cứu, nhà phát triển và các cơ sở giáo dục cần hợp tác chặt chẽ để triển khai và cải tiến các giải pháp này, từ đó tạo ra giá trị thực sự cho cả sinh viên

## Tổng kết chương

# PHÂN CÔNG NGHIỆM VỤ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Họ và Tên** | **Nghiệp vụ** | **Tiến độ tổng thể** |
| Huỳnh Vĩ Khang | Thiết kế cầu trúc PSO, đọc bài báo và xây dựng hàm mục tiêu, nghiên cứu khởi tạo đầu đọc K-means, so sánh các tiêu chí, kết quả mô phỏng, đọc bài báo về loại bỏ đầu đọc dư thừa và áp dụng vào thuật toán. | 100% |
| Đào Quí Mùi | Đọc các bài báo nghiên cứu đến PSO, mô tả bài toán giám sát sinh viên trong lớp học, công thức thực hiện thuật toán, kết hợp lý thuyết hỗn loạn và lực ảo. | 100% |

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Y. L. Y. Y. W. Y. Q. Guan, "Genetic Approach for Network Planning in the," vol. 2, p. Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and, 8 2006. |
| [2] | F. F. G. M. E. Di Giampaolo, "RFID-network planning by Particle Swarm Optimization," vol. 25, pp. 1-5, 2010. |
| [3] | Z. Y. Chen H, "RFID network planning using evolutionary," pp. 1-4, 2008. |
| [4] | R. U. Bhattacharya I, "Optimal placement of readers in an RFID network using particle swarm optimization," 2010. |
| [5] | M. S. J. Z. O. K. W. N. C. Z. H. Z. Y. J. Gong, "Optimizing RFID Network Planning by Using a Particle Swarm Optimization Algorithm with Redundant Reader Elimination," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2012. |
| [6] | Q. S. A. S. V. A. D. B. S. &. K. K. Dong, "Load balancing in large-scale RFID systems," in *Infocom IEEE International Conference on Computer Communications*, 2281-2285, 2007. |
| [7] | Q. S. A. S. V. A. D. B. S. &. K. K. Dong, "Load balancing in large-scale RFID systems," *Computer Networks,* vol. 52, no. 9, pp. 1782-1796, 2008. |
| [8] | K. H. a. S. A. B. A. Nawawi, "Correlation between RFID Network Planning (RNP) Parameters and Particle Swarm Optimization (PSO) Solutions," *Applied Mechanics and Materials,* vol. 465–466, p. 1245–1249. |
| [9] | P. Harrington, Machine learning in action, Beijing: Posts & Telecom Press, 2013. |
| [10] | Q. &. L. H. Zhang, "MOEA/D: A multiobjective evolutionary algorithm based on decomposition," *IEEE Transactions on Evolutionary Computation,* vol. 11, no. 6, pp. 712-731, 2007. |
| [11] | V. A. A. &. T. M. Tuba, "Multi-objective RFID network planning with probabilistic coverage model by guided fireworks algorithm," in *2017 10th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE), IEEE*, Bucharest, Romania, 2017. |
| [12] | C. W. C. C. J. W. X. Y. X. L. J. &. K. M. Zhao, "Decomposition-based multi-objective firefly algorithm for RFID network planning with uncertainty," *Applied Soft Computing,* vol. 55, pp. 549-564, 2017. |
| [13] | G. S. S. A. B. &. J. S. Antonis, "Introduction of dynamic virtual force vector in particle swarm optimization for automated deployment of RFID networks," in *13th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2019)*, 2019. |
| [14] | J. L. Z. X. Yating Cao, "A Hybrid Particle Swarm Optimization Algorithm for RFID Network Planning," *Soft Computing,* 2 2 2021. |
| [15] | L. V. H. H. M. N. V. T. Võ Viết Minh Nhật, "ẢNH HƯỞNG CỦA KÍCH THƯỚC MẮT LƯỚI ĐẾN HIỆU QUẢ QUY HOẠCH MẠNG RFID," *TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ,* vol. 2, 22 12 2022. |
| [16] | N. V. T. P. T. Đ. Lê Văn Hòa, "ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP TỐI ƯU TRONG QUY HOẠCH MẠNG RFID," in *Kỷ yếu Hội nghị Quốc gia lần thứ XVI về Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công Nghệ thông tin (FAIR)*, Đà Nẵng, 2023. |
| [17] | N. V. T. P. T. Đ. V. V. M. N. Lê Văn Hòa, "ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA THUẬT TOÁN GA VÀ PSO CHO VIỆC TRIỂN KHAI HỆ THỐNG RFID GIÁM SÁT THIẾT BỊ Y TẾ," in *Kỷ yêu Hội nghị Quốc giá lần thứ XV về Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công Nghệ thông tin (FAIR)*, Đà Nẵng, 2024. |
| [18] | J. Kennedy and R. C. Eberhart, "Particle swarm optimization," 01 December 1995. |
| [19] | A. R. v. B. A. E. Majd, "Hierarchical Multiobjective Approach for Optimising RFID Reader Deployment," 1 2019. |
| [20] | J. L. Z. X. Yating Cao, "A Hybrid Particle Swarm Optimization Algorithm for RFID Network Planning," p. Soft Computing, 2 2 2021. |
| [21] | M. S. J. Z. O. K. W.-N. C. Z.-H. Z. Yue-Jiao Gong, "Optimizing RFID Network Planning by Using a Particle Swarm Optimization Algorithm With Redundant Reader Elimination," vol. 8, no. 4, p. 900–912, 11 2012. |
| [22] | E. G. A. A. A. S. H. I. &. D. M. I. Zahran, "A self-learned invasive weed-mixed biogeography-based optimization algorithm for RFID network planning," *Wireless Networks,* vol. 26, pp. 4109-4412, 2020. |
| [23] | M. N. A. A. S. A. Shaymaa Qasim Mohammed, "Hybrid Swarm Intelligence Algorithm Design for Optimizing," *Wireless Personal Communications,* 2023. |
| [24] | H. N. Abdullah, "An Improvement in LQR Controller Design based on Modified Chaotic Particle Swarm Optimization and Model Order Reduction," *International Journal of Intelligent Engieering & Systems,* vol. 14, no. 1, 2021. |
| [25] | T. C. D. H. Q. N. V. M. N. V. Van Hoa Le, "An Integrated Model of Placement Optimization and Redundancy Elimination in RFID Network Planning," vol. 734, p. Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS). |
| [26] | K. J. Eberhart R, "A new optimizer using particle swarm theory," *Proceedings of the sixth international symposium on micro machine and human science,* p. 39–43, 1995. |
| [27] | L. Đ. M. T. Trương Đình Nhơn, ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN TỐI ƯU BẦY ĐÀN (PSO) ĐỂ TỐI ƯU DUNG LƯỢNG, HCM: Tạp chí Khoa học Việt Nam, 2017. |
| [28] | H. S. Mão, Nghiên cứu áp dụng thuật toán PSO tối ưu vận hành hệ thống đa hồ chứa thủy điện trên lưu vực sông Đà, Hà Nội: Khoa hoc và Công nghệ Thủy Lợi, 2023. |
| [29] | N. N. K. N. T. L. P. V. L. Nguyễn Việt Phú, ĐỀ XUẤT GIẢI THUẬT LAI SPD - PSO CHO BÀI TOÁN Đi, Hà Nội: Đại Học Công Nghiệp Hà Nội, 2023. |
| [30] | A. A. B.-a. Q. B. K. H. v. K. L. Khalid Hasnan, "A Novel Optimal RFID Network Planning by MC-GPSO," pp. 1-7, 2015. |