

BỘ CÔNG THƯƠNG

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG THƯƠNG TP.HCM**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

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

**ĐỒ ÁN CHUYÊN NGÀNH**

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

*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 hiệu 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:**

Huỳnh Vĩ Khang – 2001215850 – 12DHTH14

Đào Quí Mùi – 2001215964 – 12DHTH1

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 hiệu 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 hiệu 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

Nhóm chúng em xin cam đoan rằng đây là công trình đồ án chuyên ngành là của chúng em. Kết quả mô phỏng và số liệu được thực hiện dựa trên số liệu thực tế, trung thực và chưa được công bố ở bất cứ trường đại học nào ở trong và ngoài nước

Nhóm chúng em cũng xin cam đoan là mọi sự hỗ trợ và đóng góp quan trong 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 thực hiện và nghiên cứu trong việc sử dụng thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (PS0O) 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, khi 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 vùng phủ sóng và giảm thiểu số lượng thiết bị cần sử dụng. Vị trí tối ưu hóa của đầu đọc được xác định dựa trên một số tiêu chí như phạm vi phủ sóng 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 giải thuật PSO là một giải pháp tối ưu hơn 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 quy hoạch mạng RFID trong môi trường học tập hoặc quản lý thông minh khác.

**MỤC LỤC**

[NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN ii](#_Toc184729828)

[NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN iii](#_Toc184729829)

[LỜI CAM ĐOAN iv](#_Toc184729830)

[LỜI CẢM ƠN v](#_Toc184729831)

[TÓM TẮT vi](#_Toc184729832)

[DANH MỤC HÌNH ix](#_Toc184729833)

[DANH MỤC BẢNG x](#_Toc184729834)

[BẢNG DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT xi](#_Toc184729835)

[MỞ ĐẦU 1](#_Toc184729836)

[CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU 2](#_Toc184729837)

[1.1 Giới thiệu đề tài 2](#_Toc184729838)

[1.2 Lý do chọn đề tài 2](#_Toc184729839)

[1.3 Mục tiêu nghiên cứu 3](#_Toc184729840)

[1.4 Phạm vi và giới hạn nghiên cứu: 3](#_Toc184729841)

[1.5 Nội dung nghiên cứu 4](#_Toc184729842)

[1.6 Tổng kết chương 5](#_Toc184729843)

[CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN 6](#_Toc184729844)

[2.1 Các phương pháp giám sát lớp học hiện tại 6](#_Toc184729846)

[2.2 Các nghiên cứu liên quan cho bài toán quy hoạch mạng RFID 7](#_Toc184729847)

[2.3 Giới thiệu thuật toán PSO 8](#_Toc184729848)

[2.4 Các thành phần chính của PSO 9](#_Toc184729849)

[2.4.1 Hạt (*Particle*) 9](#_Toc184729850)

[2.4.2 Bầy đàn (*Swarm*) 9](#_Toc184729851)

[2.4.3 Vị trí (*Position*) và Vận tốc (Velocity) 9](#_Toc184729852)

[2.4.4 Vị trí tốt nhất cá nhân (*Personal Best* - *pBest*) 10](#_Toc184729853)

[2.4.5 Vị trí tốt nhất toàn cục (*Global Best - gBest*) 10](#_Toc184729854)

[2.4.6 Hệ số tự nhận thức và xã hội (*Cognitive* & *Social* *Coefficients*): 10](#_Toc184729855)

[2.4.7 Hệ số quán tính (*Inertia Weight*) 10](#_Toc184729856)

[2.5 Hàm mục tiêu (*fitness function*) 11](#_Toc184729857)

[2.6 Cập nhật vị trí và vận tốc 11](#_Toc184729858)

[2.7 Quá trình hội tụ 12](#_Toc184729859)

[2.8 Các công trình đã triển khai và nghiên cứu 12](#_Toc184729860)

[2.9 Tổng kết chương 13](#_Toc184729861)

[CHƯƠNG 3. PHÂN TÍCH BÀI TOÁN 15](#_Toc184729862)

[3.1 Mô tả bài toán giám sát sinh viên trong lớp học: 15](#_Toc184729864)

[3.2 Các yêu cầu và tiêu chí giám sát 16](#_Toc184729865)

[3.2.1 Phân tích kích thước mặt lưới 18](#_Toc184729866)

[3.2.2Độ bao phủ 19](#_Toc184729867)

[3.2.3 Độ nhiễu các thẻ 20](#_Toc184729868)

[3.2.4 Giá trị hàm mục tiêu 21](#_Toc184729869)

[3.2.5 Điều chỉnh vị trí đầu đọc qua thuật toán lực ảo 21](#_Toc184729870)

[3.2.6 Kết hợp với lý thuyết hỗn loạn 22](#_Toc184729871)

[3.2.7 Loại bỏ đầu đọc dư thừa 24](#_Toc184729872)

[3.3 Tổng kết chương 24](#_Toc184729873)

[CHƯƠNG 4. THUẬT TOÁN TỐI ƯU HÓA BẦY ĐÀN (PSO) VIỆC TRONG GIÁM SÁT VÀ QUẢN LÝ SINH VIÊN 26](#_Toc184729874)

[4.1 Xây dựng bài toán PSO cho lớp học: 26](#_Toc184729876)

[4.2 Các bước tối ưu hóa vị trí lắp đặt đầu đọc dựa trên PSO: 26](#_Toc184729877)

[4.3 Các bước tối ưu hóa vị trí lặp đặt đầu đọc dựa trên PSO: 27](#_Toc184729878)

[4.4 Tổng kết chương 28](#_Toc184729879)

[CHƯƠNG 5. MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ 30](#_Toc184729880)

[5.1 Môi trường và công cụ mô phỏng: 30](#_Toc184729882)

[5.2 Kịch bản mô phỏng: 30](#_Toc184729883)

[5.3 Kết quả mô phỏng: 31](#_Toc184729884)

[5.3.1 So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID của 2 thuật toán PSO và FA sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa ở hầu hết các mắt lưới. 31](#_Toc184729885)

[5.3.2 So sánh mức độ hiệu quả của thuật toán 2 thuật toán PSO và FA dựa trên giá trị fitness ở mắt 1.3m 34](#_Toc184729886)

[5.3.3 So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên độ bao phủ các thẻ ở mắt lưới 1.3m 36](#_Toc184729887)

[5.3.4 So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên tỉ lệ các thẻ nằm trong vùng chồng lấn 37](#_Toc184729888)

[5.3.5 So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên giá trị thời gian thực hiện ở mắt lưới 1.3m 38](#_Toc184729889)

[5.4 Tổng kết chương và đề xuất phương pháp mắt lưới tối ưu 39](#_Toc184729890)

[CHƯƠNG 6. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN 40](#_Toc184729891)

[6.1 Kết luận: 40](#_Toc184729893)

[6.2 Hạn chế của nghiên cứu: 40](#_Toc184729894)

[6.3 Hướng phát triển: 41](#_Toc184729895)

[6.4 Tổng kết chương 42](#_Toc184729896)

[PHÂN CÔNG NGHIỆM VỤ 43](#_Toc184729897)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 44](#_Toc184729898)

# DANH MỤC HÌNH

[**Hình 3.1.** Khu vực cần giám sát tại Trường Đại học Công Thương TP. Hồ Chí Minh 16](file:///E:\DoAn\RFID-System-PSO-Optimization\BaoCaoKetThucDoAn.docx#_Toc184729902)

[**Hình 3.2.** Ví dụ khu vực hoạt động của RNP 17](#_Toc184729903)

[**Hình 3.3.** Vùng bao phủ được “tổ chức” nhau thành lục giác điều 18](#_Toc184729904)

[**Hình 5.1**. Biểu đồ kết quả của mắt lưới 5.2 của PSO và FA 33](#_Toc184729905)

[**Hình** **5.2.** Biểu đồ kết quả của mắt lưới 2.6 của PSO và FA 33](#_Toc184729906)

[**Hình 5.3.** Biểu đồ kết quả của mắt lưới 1.3 của PSO và FA 34](#_Toc184729907)

[**Hình 5.4**. Biểu đồ so sánh giá trị fitness giữa FA và PSO dựa trên mắt lưới 1.3 35](#_Toc184729908)

[**Hình** **5.5.** Biểu đồ so sánh mức độ độ bao phủ giữa FA và PSO dựa trên mắt 1.3 36](#_Toc184729909)

[**Hình 5.6.** Biểu đồ so sánh tỉ lệ các thẻ nằm trong vùng chồng lấn giữa FA và PSO dựa trên mắt 1.3 37](#_Toc184729910)

[**Hình 5.7.** Biểu đồ so sánh dựa trên thời gian thực hiện giữa FA và PSO dựa trên mắt 1.3 38](#_Toc184729911)

# DANH MỤC BẢNG

[**Bảng 5.1** Các tham số phục vụ cho mô phỏng 31](#_Toc184729899)

[**Bảng 5.3**. So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID của thuật toán 2 thuật toán PSO và FA sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa ở hầu hết các mắt lưới 31](#_Toc184729900)

[**Bảng 5.4**. So sánh hiệu quả của các thuật toán sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa 32](#_Toc184729901)

# BẢNG DANH MỤC TỪ 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 |
| pBest | *Personal Best* | Vị trí tốt nhất cá nhân |
| gBest | *Global Best* | Ví trí tốt nhât toàn cục |
| WSN | *Wireless sensor networks* | Mạng cảm biến không dây |
| COV | *Covered* | Độ bao phủ |
| IFT | *Interference* | Độ nhiễu/chồng lấn |
| *MOEA/D* | *Multi-objective Evolutionary Algorithm based on Decomposition* | Thuật toán tiến hóa đa mục tiêu dựa trên sự phân rã |
| *HPSO-RNP* | *Hybrid Particle Swarm Optimization for RFID Network Planning* | Tối ưu hóa nhóm theo cá thể lai cho quy hoạch mạng RFID |
| *CA-RNP* | *Clustering Algorithm-based RFID Network Planning* | Thuật toán lập kế hoạch mạng RFID dựa trên phương pháp phân cụm |
| *MOEA-RNP* | *Multi-Objective Evolutionary Algorithm-based RFID Network Planning* | Thuật toán tối ưu hóa mạng RFID sử dụng phương pháp tiến hóa đa mục tiêu |
| *ACO* | *Ant colony optimization algorithms* | Thuật toán đàn kiến |
| *RRE* | *Reader Redundancy Elimination* | Loại bỏ đầu đọc dư thừa |

# MỞ ĐẦU

Đồ án tập trung nghiên cứu việc áp dụng thuật toán PSO sử dụng thế mạnh của tự nhiên để triển khai hệ thống RFID nhằm giám sát sinh viên trong không gian lớp học. Hệ thống RFID được xem là giải pháp hoặc công cụ hữu ích 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, trong nghiệp vụ 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 rất nhiêu mục tiêu được đặt ra như chi phí thấp nhất có thể hoặc độ bao phủ cũng như vùng nhận diện của đầu đọc phải bao phủ hầu hết không gian làm việc và còn nhiều vần đế khác.

Mô phỏng quá trình với các bố trí trong lớp học, đánh giá và so sánh hiệu qủa thuật toán PSO với các thuật toán bầy đàn khác chẳng hạn như thuật toán đom đóm và so sánh giữa 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 giải thuật PSO là một phương pháp hữu hiệu trong triển khai hệ thống giám sát RFID nói chung và trong lĩnh vực IoT nói riêng, 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 theo dạng tìm tham số phù hợp nhất hoặc cho kết quả gần đúng với nhiều ràng buộc đa chiều, đòi hỏi một cách tiếp cận sáng tạo hơn. Các thuật toán tối ưu hóa bầy đàn 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. Một số nghiên cứu trước đây tập trung vào việc cải tiến và cải thiện tham số của 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 áp dụng công nghệ vào để quản lý 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 quản lý 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.

Thuật toán PSO được mô phỏng hành vi tự nhiên của bầy đàn, là một công cụ mạnh mẽ đã được ứng dụng và triển khai trong các công trình nghiên cứu mang tầm cơ thế giới. Việc áp dụng PSO vào tối ưu các vị trí các đầu đọc RFID để nhằm phục vụ trong quá trình giám sát học sinh, sinh viên trong lớp học và đảm bảo phạm vi bao phủ tối đa với chi phí tối thiểu mang lại lợi ích lớn cho giáo dục trong việc giám sát cũng như quản lý 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.

## 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 những mục tiêu sau:

* **Khảo sát và đánh giá hiệu quả của PSO**: Tối ưu 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.
* **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.
* **Đề xuất phương pháp:** Tìm giải pháp tiết kiệm chi phí lắp đặt dài hạn mà vẫn đảm bảo hiệu quả giám sát và quản lý sinh viên.

## Phạm vi và giới hạn nghiên cứu:

Nghiên cứu này tập trung áp dụng thuật toán 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 được tham khảo hoặc làm các tiêu chí đánh giá cho các công trình cứu sau này và cũng như điểm mạnh của thuật toán PSO đem lại 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 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 câu hỏi và quy tắc đặt vị trí đầu đọc (RNP) và tối ưu hóa thông qua thuật toán PSO. Mục tiêu là tìm ra mắt lưới tối ưu trong bài toán, 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 hóa vị trí đầu đọc RFID.

Trong bài toán tối ưu này, 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 hoặc tối thiểu đầu đọc và giảm thiểu chi phí. Hàm mục tiêu kèm the 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 của 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 giải thuật PSO nhằm tối ưu hóa trong 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 cho bài toán quy hoạch mạng RFID

Các phương pháp tối ưu dựa trên giải thuật Heuristic thường tìm kiếm lời giải hiệu quả nhưng không đảm bảo đạt được giải pháp tối ưu toàn cục, do đặc điểm của bài toán RNP nằm trong nhóm các bài toán NP-khó [1]. Trong số đó, PSO là một thuật toán được chú ý nhờ khả năng tìm kiếm toàn cục ổn định và khả năng hội tụ tốt trên không gian tìm kiếm rộng. Để áp dụng và kết hợp PSO với các phương pháp khác, cần đánh giá chi tiết về hiệu quả triển khai thuật toán này trong việc giải quyết các 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 y 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 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 toán trong 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 một số cộng sự [8] đã khảo sát và so sánh các thông số tương quan thực tế 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 lúc 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* tối ưu hóa nhiều mục tiêu trong RNP. Tiếp đó [12] *Zhao* và cộng sự đã đề xuất phương pháp phân rã đa mục tiêu dựa trên thuật toán đom đóm 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 là 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* 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 so với các giải pháp khác như *CA-RNP* và *MOEA-RNP*.

Trong nhiều nghiên cứu và cho tới tận ngày nay có phương pháp chia mắt lưới được [15] *Võ Viết Nhật Minh* và cộng sự đã thiết kế các vị trí của các đầu đọc theo trên khái niệm đóng gói lục giác 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 của độ hiệu quả của các phương pháp này trong bài toán 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 PSO

Thuật toán tối ưu hóa bầy đàn PSO là một phương pháp tối ưu hóa dựa trên mô phỏng hành vi tự nhiên của các bầy đàn trong tự nhiên và cũng được nhắc đến là một thuật toán nằm trong cơ chế của Trí Tuệ Bầy Đàn (*SI*).

Phương pháp này trước đây là một dạng thuật toán tiến hóa là tiền thân của thuật toán di truyền (GA), Thuật toán đàn kiến (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, 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 rải rác xung quanh đó việc của chúng là đi theo hướng bất kỳ hoặc 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 tín 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 lương thực nhất. Việc lan truyền thông tin, tín hiệu và điều hướng được xem như là trí thông minh bầy đàn.

## Các thành phần chính của PSO

### Hạt (*Particle*)

Hạt hay cá thể trong PSO là mỗi một giải pháp tiềm năng cho bài toán, mỗi hạt có vận tốc và vị trí riêng trong khu vực tìm kiếm. Nó đại diện cho mỗi 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 tốt nhất. 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.

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

* **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 mỗi 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 khu vực tìm kiếm đến vị trí mới, hướng về những vùng có giá trị hàm mục tiêu thấp (hoặc cao, tùy theo bài toán).

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

Mỗi phần tử lưu trữ vị trí tốt nhất mà nó đã tìm được trong suốt quá trình tối ưu. 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.

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

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 được 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.

### Hệ số quán tính (*Inertia Weight*)

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 khu vực 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 một cá thể trong không gian tìm kiếm. Mỗi cá thể trong bầy đàn sẽ có một vị trí trong không gian di chuyển 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, vận tốc và vị trí của từng cá thể được điều chỉnh dựa trên vị trí tốt nhất mà cá thể đó từng đạt được (*pBest*) và vị trí tốt nhất mà cả bầy đàn đạt được (*gBest*). Các công thức này đóng vai trò quan trọng trong việc giúp các cá thể duy trì sự cân bằng giữa khai thác (*exploitation*) các khu vực tiềm năng và khám phá (*exploration*) các phần còn lại của 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 vòng lặp, các cá thể sẽ dần hội tụ về khu vực có giá trị tối ưu của hàm mục tiêu. Thuật toán dừng lại khi đạt đến số vòng lặp tối đa hoặc khi kết quả không còn cải thiện đáng kể. Với thiết kế đơn giản, dễ triển khai và khả năng tìm kiếm giải pháp nhanh chóng, PSO được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như quy hoạch mạng cảm biến, tối ưu hóa vị trí thiết bị và xử lý hình ảnh. Đối với bài toán giám sát lớp học, PSO hỗ trợ xác định vị trí tối ưu cho các đầu đọc RFID, giúp tối đa hóa phạm vi bao phủ và giảm thiểu số lượng thiết bị cần sử dụng.

## 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 hóa vị trí và dung lượng tụ bù trong hệ thống điện:** Xác định dung lượng và vị trí tối ưu cho các bộ tụ bù công suất phản kháng là một bài toán quan trọng trong lĩnh vực hệ thống điện. PSO đã được áp dụng để giải quyết bài toán này, cho phép tối ưu hóa cả vị trí lẫn dung lượng của các bộ tụ bù, từ đó nâng cao hiệu quả vận hành và độ ổn định của hệ thống điện.
* **Tối ưu hóa vận hành hệ thống hồ chứa thủy điện**: Hệ thống đa hồ chứa thủy điện trên cùng một lưu vực sông có mối quan hệ phức tạp về các yếu tố thủy văn, thủy lực và thủy lợi. Việc vận hành tối ưu hệ thống này 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 ứng dụng hiệu quả trong việc điều tiết hệ thống bốn hồ chứa lớn trên lưu vực sông Đà, bao gồm Lai Châu, Bản Chát, Sơn La và Hòa Bình, nhằm tối ưu hóa việc khai thác và quản lý nguồn nước [19].
* **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. [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 giới thiệu các khái niệm cơ bản về thuật toán Tối ưu hóa bầy đàn hạt (PSO) và cách áp dụng nó vào bài toán Quy hoạch Mạng RFID. PSO là một thuật toán tối ưu hóa lấy cảm hứng từ hành vi bầy đàn, nổi bật với khả năng tìm kiếm toàn cục và hội tụ nhanh vào các giải pháp tiềm năng. Các thành phần chính của PSO đã được trình bày, bao gồm hạt (particle), bầy đàn (swarm), vị trí, vận tốc, cùng các yếu tố quan trọng như hệ số tự nhận thức, hệ số xã hội, hệ số quán tính và các công thức cập nhật.

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng PSO có thể được áp dụng hiệu quả trong các lĩnh vực như tối ưu hóa độ bao phủ mạng cảm biến không dây (WSN), giám sát an ninh, và tối ưu hóa vị trí của các đầu đọc RFID. Thuật toán này không chỉ giúp nâng cao hiệu quả hệ thống giám sát mà còn giảm chi phí triển khai, tối đa hóa hiệu suất và phạm vi bao phủ.

Kết luận, PSO đã chứng minh là một phương pháp mạnh mẽ trong việc giải quyết các bài toán tối ưu phức tạp, bao gồm cả bài toán giám sát lớp học và tối ưu hóa 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 hóa số lượng và vị trí đầu đọc RFID**: Đảm bảo sử dụng số lượng đầu đọc RFID ít nhất có thể nhưng vẫn duy trì khả năng bao phủ tối đa, giúp tiết kiệm chi phí và tài nguyên mà không làm giảm hiệu quả hoạt động của hệ thống.
* **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 nhiều đầu đọc cố gắng đọc cùng một thẻ.

Với khu vực lớp học phổ biến tại Trường Đại học Công thương như**Hình 3.1**, các khu vực màu trắng là những nơi khu vực sinh viên ít ở khu vực đó. Các khu vực màu xám được coi là không gian học tập của sinh viên.

Khu vực bàn sinh viên

Khu vực bàn sinh viên

**Hình 3.1.** Khu vực cần giám sát tại Trường Đại học Công Thương TP. Hồ Chí Minh

Cửa

Cửa

Bàn giáo viên

**50m**

Khu vực bàn sinh viên

**50m**

## Các yêu cầu và tiêu chí giám sát

Yêu cầu cần một vùng hoạt động của hệ thống RFID ta có một khu vực lớp học giống nhau chưa xét tới các phòng không gian lớn hơn nhưng ở đây sử dụng lớp học có kích thước tối thiểu 50m x 50m, các đầu đọc được phân bố ngẫu nhiên, về bài toán RNP được phân bổ sao cho thỏa mãn điều kiện của các tiếu chí và ràng buộc chẳng hạn như độ bao phủ đạt ngưỡng 100% tức các thẻ đều nằm trong vùng bán kính mà có ít nhất một đầu đọc có thể đọc được, nhưng tình trạng có lớn hơn một đầu đọc nằm trong vùng bán kính lẫn nhau sẽ gây ra vùng chồng lấn, vì thế cần thỏa mãn điều kiện là vùng chồng lấn giữa các đầu đọc là thấp nhất để tránh quá trình nhận diện một thẻ được tối ưu cao. Bài toán NP-khó được đặt ra yêu cầu các thuật toán tối ưu mạnh mẽ, vì bài toán cần thời gian tính toán cao theo kích thước của số lượng đầu đọc và chưa được giải quyết một cách toàn diện trong thời gian đa thức bởi một thuật toán nào đó, để tìm ra lời giải đó, yêu cầu cần một thuật toán hay một kỹ thuật gần đúng thì PSO sẽ tìm ra lời giải với lượng thời gian có thể chấp nhận được. Theo như các nghiên cứu liên quan, ta có các đầu đọc là tần số truyền cố định là 915 MH với công suất của các đầu đọc là 2 (W) và công suất nhận của thẻ là 0,1 (mW) và có trang bị sóng ăng-ten vô hướng cho phép bao phủ dạng tròn có bán kính được tính bằng công thức như sau:

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

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



**Hình 3.2.** Ví dụ khu vực hoạt động của RNP

### Phân tích kích thước mặt lưới

Một số nghiên cứu đã áp dụng phương pháp chia mặt lưới để tối ưu hóa vị trí lắp đặt các đầu đọc RFID trong lớp học. Vùng nhận diện của mỗi đầu đọc được xác định dựa trên bán kính , được tính toán theo công thức từ tài liệu tham khảo. Trong đó, bán kính vùng nhận diện của mỗi đầu đọc được xác định là 3,69 m, đảm bảo hiệu quả bao phủ cho khu vực cần giám sát.

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 3.3.** 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, số vòng lặp để hội tụ và độ bao phủ, cũng như độ nhiễu nhỏ hơn các thuật toán khác.

### Độ bao phủ

Mức độ bao phủ là 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 cả 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 đọc , thì thẻ đó được coi là bao phủ bởi một đầu đọc bất kì và ngược lại 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 đầu 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 các 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 các đầu đọc bao phủ thẻ , nếu một thẻ nằm 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 những thủ thuật quan trọng trong các bài toán tối ưu bầy đàn là việc lắp đặt đầu đọc sao cho phù hợp với yêu cầu thực tế và bài toán đặt ra. Quá trình này cần phải xem xét nhiều tiêu chí khác nhau và đảm bảo các yêu cầu cụ thể. Ba tiêu chí quan trọng nhất là đạt được độ bao phủ tối đa, mức độ nhiễu ở mức trung bình, và cân bằng tải giữa các đầu đọc. Vì vậy, ba tiêu chí này thường được sử dụng làm hàm mục tiêu trong quá trình tối ưu thuật toán, đặc biệt khi giải quyết 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 chiều 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 phủ sóng 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 hoạt động 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 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 cản 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 thái chuyển động không biết trước được bằng phương trình xác định, một số phương pháp 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. Nhạy 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 )* |

Trọng số quán tính mới sau khi áp dụng giá trị hỗn loạn ở giá trị hỗn loạn tại vòng 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, 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, 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 phân 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 thỏa 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%.

Các thuật toán được xem xét và được mô phỏng, các giải thuật được loại bỏ đầu đọc dư thừa có tên lần lượt là PSO-RRE và FA-RRE. Được so sánh và đánh giá chi tiết ở **Bảng 5.4**.

## Tổng kết chương

Chương này đã trình bày chi tiết bài toán giám sát sinh viên trong lớp học thông qua hệ thống RFID, tập trung vào việc tối ưu hóa vị trí và số lượng đầu đọc. Các yêu cầu, tiêu chí giám sát và ràng buộc của bài toán được xác định rõ, bao gồm việc đảm bảo độ bao phủ tối đa, giảm thiểu vùng chồng lấn và hạn chế nhiễu tín hiệu. Đặc biệt, bài toán RNP đã được phân tích, làm rõ tính chất NP-khó và nhu cầu sử dụng các thuật toán tối ưu như PSO để tìm lời giải hiệu quả trong thời gian khả thi.

Việc sử dụng các mô hình như phân tích kích thước mặt lưới, với cách tiếp cận đóng gói lục giác, đã cho thấy tiềm năng tối ưu vị trí lắp đặt đầu đọc RFID, vừa đảm bảo độ bao phủ 100% vừa giảm thiểu xung đột tín hiệu. Qua đó, chương đã làm rõ cơ sở lý thuyết và kỹ thuật cần thiết để xây dựng một hệ thống giám sát sinh viên trong lớp học, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý và chất lượng giảng dạy.

# THUẬT TOÁN TỐI ƯU HÓA BẦY ĐÀN (PSO) VIỆC TRONG GIÁM SÁT VÀ QUẢN LÝ SINH VIÊN



## 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 sẽ tiếp tục cho đến khi đạt được số lần lặp tối đa hoặc khi giải pháp tối ưu được tìm thấy.

Kết quả sau khi thuật toán PSO hoàn thành sẽ cung cấp một cách sắp xếp chỗ ngồi tối ưu, cải thiện các vấn đề đã được xác định trong không gian lớp học nói riêng và không gian tìm kiếm nói chung. Điều này giúp tối ưu hóa vị trí các đầu đọc RFID trong khu vực làm việc, nâng cao hiệu quả của hệ thống giám sát.

## Các bước tối ưu hóa vị trí lắp đặt đầu đọc dựa trên PSO:

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 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 thực hiện thuật toán PSO trong quy hoạch mạng RFID được biểu diễn như sau:**

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 phương trình *( 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 *( 1 )* và *( 2 )*:
5. **Điều kiện dừng:** Tiếp tục lặp lại từ Bước 2 đến Bước 4 trong số lần lặp đã được chỉ định, hoặc cho đến khi đạt đủ các tiêu chí yêu cầu của bài toán. Một ví dụ của điều kiện dừng có thể là khi sau 5 lần lặp liên tiếp, giá trị hàm mục tiêu không còn thay đổi, tức là thuật toán đã hội tụ và không có sự cải thiện đáng kể trong kết quả.

Tóm lại, các bước trên mô tả quá trình cơ bản nhất của thuật toán PSO trong việc quy hoạch mạng RFID. Phương pháp này sử dụng chiến lược tìm kiếm và hợp tác giữa các cá thể trong bầy đàn. Sự cộng sinh giữa các cá thể sẽ giúp tìm ra giải pháp tối ưu, sau đó chia sẻ thông tin này cho các cá thể xung quanh, từ đó cải thiện hiệu quả tối ưu hóa và đạt được kết quả tốt nhất cho bài toán.

## Các bước tối ưu hóa vị trí lặp đặt đầu đọc dựa trên PSO:

Thuật toán Firefly Algorithm (FA) là một phương pháp tối ưu hóa được lấy cảm hứng từ hành vi của các đom đóm khi tìm kiếm nguồn thức ăn hoặc đối tượng trong môi trường sống. Giải thuật này mô phỏng cách các đom đóm giao tiếp và tương tác với nhau thông qua ánh sáng mà chúng phát ra trong đêm. Ánh sáng của mỗi đom đóm biểu thị chất lượng của một giải pháp trong quá trình tối ưu hóa. Các cá thể đom đóm sẽ di chuyển về phía những cá thể có ánh sáng mạnh hơn, tương ứng với những giải pháp tốt hơn, nhằm nâng cao chất lượng lời giải.

**Các bước thực hiện thuật toán FA trong quy hoạch mạng RFID được biểu diễn như sau:**

1. **Khởi tạo:** Bắt đầu bằng việc thiết lập một tập hợp các giải pháp ban đầu, mỗi giải pháp tương ứng với vị trí ban đầu của các đầu đọc trong hệ thống RFID.
2. **Xác định độ sáng:** Mỗi cá thể đom đóm được gán một giá trị độ sáng, biểu thị mức độ hiệu quả của giải pháp mà nó đại diện. Độ sáng này tỷ lệ thuận với giá trị hàm mục tiêu (fitness), trong đó các giải pháp có giá trị fitness cao hơn được xem như có ánh sáng mạnh hơn.
3. **Di chuyển đến ánh sáng mạnh hơn:** Các đom đóm có xu hướng di chuyển về phía những vị trí có ánh sáng mạnh hơn nhằm cải thiện chất lượng lời giải. Quá trình di chuyển này bao gồm việc điều chỉnh vị trí của các đầu đọc trong hệ thống, dựa trên mức độ hấp dẫn giữa các đom đóm.
4. **Tương tác và tạo giải pháp mới:** Đom đóm tương tác với nhau thông qua ánh sáng, tìm đến các cá thể sáng hơn và tốt hơn. Cơ chế này tương tự như quá trình tái tổ hợp trong thuật toán di truyền (GA), giúp tạo ra các giải pháp mới với chất lượng được nâng cao dựa trên những giải pháp tốt nhất hiện tại.
5. **Cập nhật vị trí:** Kết thúc mỗi vòng lặp, các vị trí của đầu đọc RFID được cập nhật dựa trên hành vi di chuyển và mức độ tương tác của các đom đóm trong không gian tìm kiếm.
6. **Điều kiện dừng**: Quá trình tối ưu hóa tiếp tục từ Bước 2 đến Bước 5 cho đến khi đạt được điều kiện dừng. Điều kiện này có thể là khi đạt số vòng lặp tối đa đã định trước, hoặc khi không có sự cải thiện đáng kể về giá trị fitness trong một số vòng lặp liên tiếp (ví dụ: 5 vòng). Khi điều kiện này được thỏa mãn, thuật toán sẽ dừng lại và trả về giải pháp tối ưu tìm được.

## Tổng kết chương

Chương này đã trình bày cách áp dụng các thuật toán tối ưu hiện đại, bao gồm PSO (Particle Swarm Optimization) và FA (Firefly Algorithm), trong bài toán giám sát và quy hoạch mạng RFID. Đối với bài toán PSO, các bước từ khởi tạo quần thể, đánh giá hàm mục tiêu, đến cập nhật vị trí và vận tốc của các cá thể đã được phân tích kỹ lưỡng nhằm tối ưu hóa vị trí lắp đặt đầu đọc RFID. Đồng thời, FA được giới thiệu như một phương pháp bổ trợ, với cơ chế lấy cảm hứng từ ánh sáng của đom đóm, giúp tăng cường khả năng tìm kiếm giải pháp trong không gian tối ưu.

Các thuật toán này đều nhấn mạnh vào việc cải thiện chất lượng lời giải thông qua sự hợp tác và cạnh tranh giữa các cá thể, từ đó giảm thiểu số lượng đầu đọc, đảm bảo độ bao phủ tối đa và giảm thiểu xung đột tín hiệu. Việc áp dụng các phương pháp này không chỉ nâng cao hiệu quả quản lý không gian lớp học mà còn cung cấp giải pháp tối ưu cho các hệ thống RFID trong các ứng dụng thực tế rộng lớn hơn.

# MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ



## Môi trường và công cụ mô phỏng:

Kết quả mô phỏng được thực hiện trên máy tính với cấu hình: PC Windows 10 Enterprise, AMD Ryzen 3 2200G với Radeon Vega Graphics 3.50 GHz, 8GB RAM. Môi trường mô phỏng sử dụng ngôn ngữ Python, với không gian thử nghiệm có kích thước 50m × 50m. Trong mô phỏng, có 200 thẻ RFID được tạo vị trí ngẫu nhiên, và bán kính cố định ở mỗi đầu đọc RFID là . Số lượng đầu đọc RFID được thay đổi từ 5 đến 50 trong quá trình mô phỏng, dựa trên các thông số đầu vào và điều kiện yêu cầu của bài toán.

## Kịch bản mô phỏng:

|  |  |
| --- | --- |
| **Tham số** | **Giá trị** |
| Số lượng thẻ (Tag) | 200(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) | 5.2, 2.6, 1.3 |
| ***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 |
| ***Các phương pháp được áp dụng và hỗ trợ*** | |
| 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 (RRE) | Theo các tiêu chí ở mục **3.2.7** |

**Bảng 5.1** Các tham số phục vụ cho mô phỏng

Mục tiêu mô phỏng bao gồm:

* So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID của 2 thuật toán PSO và FA sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa ở hầu hết các mắt lưới.
* So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên giá trị *fitness* ở mắt lưới 1.3
* So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên độ bao phủ các thẻ ở mắt lưới 1.3
* So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên tỉ lệ các thẻ nằm trong vùng chồng lấn ở mắt lưới 1.3
* So sánh hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên giá trị thời gian thực hiện ở mắt lưới 1.3

## Kết quả mô phỏng:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Kích thước** | **Thuật toán PSO** | | | | | | **Thuật toán FA** | | | | | |
| **Giá trị fitness** | **Số vòng lặp** | **Độ nhiễu (%)** | **Độ bao phủ (%)** | **Thời gian thực hiện (giây)** | **Giá trị fitness** | | **Số vòng lặp** | **Độ nhiễu (%)** | **Độ bao phủ (%)** | **Thời gian thực hiện (giây)** |
| 1 | 5.2 | 0.96 | 6 | 37.50 | 95 | 41.48 | 0.93 | | 9 | 24.50 | 78.00 | 54.51 |
| 2 | 2.6 | 0.95 | 6 | 29.50 | 89.50 | 36.73 | 0.92 | | 16 | 60 | 74.50 | 114.11 |
| 3 | 1.3 | **0.97** | **6** | **21.50** | **97.50** | **46.37** | **0.98** | | **19** | **43** | **79.50** | **113.26** |

**Bảng 5.3**. So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID của thuật toán 2 thuật toán PSO và FA sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa ở hầu hết các mắt lưới

### So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID của 2 thuật toán PSO và FA sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa ở hầu hết các mắt lưới.

Trong quá trình nghiên cứu, nhận thấy các tiêu chí có sự tăng hoặc giảm có thể là do số lượng thẻ trong vùng làm việc. Vì thế, chúng tôi sẽ thực hiện lập bảng so sánh. Phần này sẽ triển khai với 3 kích thước mắt lưới là 5.2, 2.6 và 1.3 cùng các tham số liên quan ở **Bảng 5.1**. Qua các lần so sánh, các thẻ được giữ cố định qua từng lần chạy thuật toán, so sánh trước và sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa, để hình dung rõ thuật toán PSO cho kết quả tốt ở mắt lưới nào. Từ đó, kích thước mắt lưới đó sẽ được sử dụng để lập bảng so sánh ở mục 5.3.2

Từ bảng so sánh trên, thuật toán PSO cho thấy hiệu quả tốt hơn thuật toán FA ở cả ba kích thước với giá trị fitness cao hơn và độ bao phủ tốt hơn. Tuy nhiên, thời gian của PSO thường ngắn hơn FA vì cả 3 mắt lưới PSO chỉ thực hiện 6 vòng lặp, thấp hơn FA từ 3 đến 8 vòng lặp, thời gian thực hiện nhanh hơn 1 phút, đặc biệt rõ rệt ở kích thước lớn 5.2. Mặc dù đạt độ nhiễu thấp hơn trong các bài toán về độ phủ, PSO cho kết quả xấp xỉ 100%, cao hơn FA từ 10% đến 20%.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Kích thước** | **Thuật toán PSO-RRE** | | | **Thuật toán FA-RRE** | | |
| **Độ nhiễu (%)** | **Độ bao phủ (%)** | **Số đầu đọc trước và sau đã loại bỏ** | **Độ nhiễu (%)** | **Độ bao phủ (%)** | **Số đầu đọc trước và sau đã loại bỏ** |
| 1 | 5.2 | 27.50 | 94.50 | 82 🡪 74 | 42 | 78.00 | 82 🡪 74 |
| 2 | 2.6 | 20 | 89 | 82 🡪 65 | 60 | 74.50 | 82 🡪 82 |
| 3 | **1.3** | **13** | **97** | **82 🡪 66** | **43** | **79.50** | **82 🡪 82** |

**Bảng 5.4**. So sánh hiệu quả của các thuật toán sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa

Sau khi áp dụng phương pháp loại bỏ đầu đọc dư thừa, thuật toán PSO-RRE tiếp tục thể hiện ưu thế rõ rệt so với FA-RRE, cụ thể về 3 mắt lưới: độ phủ vượt trội hơn lần lượt 16% với mắt lưới 5.2, cao hơn 13,6% ở mắt lưới 2.6 và 17.5% ở mắt lưới 1.3. Về phía FA-RRE, điều này là do bản chất của FA tối ưu hóa dựa trên ánh sáng đom đóm, tập trung vào việc thu hút các cá thể hơn và không đạt được các tiêu chí loại bỏ dư thừa, vì vậy cho thấy kém hiệu quả. Về độ nhiễu, FA-RRE cũng cao hơn so với PSO, từ 20% đến 30%, trong khi đó số lượng đầu đọc vẫn giữ nguyên. Đối với PSO, thường có khả năng giảm độ nhiễu tốt hơn FA, cải thiện khả năng phân biệt giữa các đầu đọc cần thiết và dư thừa. Cơ chế hội tụ của PSO cũng linh hoạt bằng việc tái cấu trúc tập hợp để giảm dư thừa vì sự cân bằng giữa khai thác và khám phá, kết quả mô phỏng được thực hiện ở **Hình 5.1**, **Hình** **5.2** và **Hình 5.3**, cho thấy kết quả quy hoạch mạng RFID sau khi loại bỏ đầu đọc dư thừa.

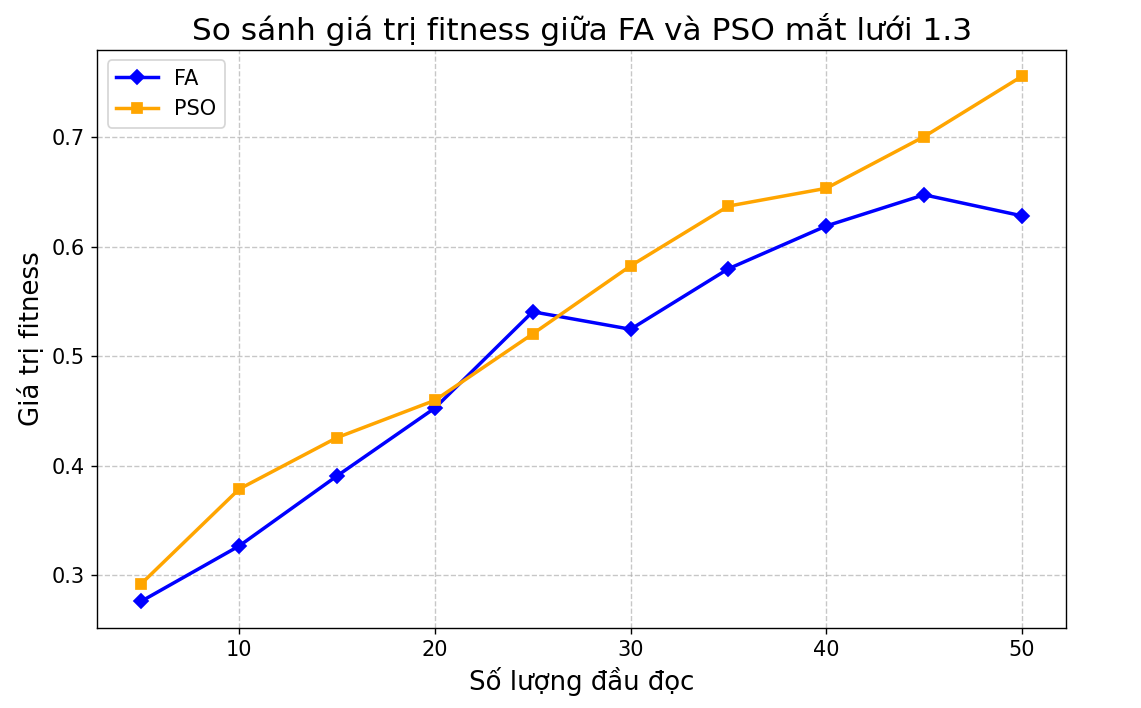
|  |
| --- |
| **Hình 5.1**. Biểu đồ kết quả của mắt lưới 5.2 của PSO và FA |
| **Hình** **5.2.** Biểu đồ kết quả của mắt lưới 2.6 của PSO và FA |
| **Hình 5.3.** Biểu đồ kết quả của mắt lưới 1.3 của PSO và FA |

**Kết luận**

PSO-RRE tận dụng tốt hơn khả năng tối ưu hóa toàn diện và giảm nhiễu, trong khi đó loại bỏ được các đầu đọc dư thừa. FA-RRE bị hạn chế bởi cơ chế hội tụ và mức độ nhiễu, từ đó việc loại bỏ cũng trở nên kém hiệu quả. Song, ta thấy được điểm mạnh của PSO nằm ở mắt lưới 1.3 với độ phủ cao nhất và độ nhiễu thấp nhất, nên tiếp tục sẽ khảo sát từng giá trị trên mắt lưới 1.3 này.

### So sánh mức độ hiệu quả của thuật toán 2 thuật toán PSO và FA dựa trên giá trị fitness ở mắt 1.3m

Chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu và phân tích các chỉ số như độ bao phủ, tỉ lệ mà thẻ nằm trong vùng nhiễu hay vùng chồng lấn, giá trị fitness và thời gian thực hiện của hai thuật toán ở mắt lưới 1.3. Kết quả, như thể hiện trong **Hình 5.4**, cho thấy khi số lượng đầu đọc tăng lên, độ bao phủ cũng tăng theo, kéo theo sự gia tăng của giá trị fitness.



**Hình 5.4**. Biểu đồ so sánh giá trị fitness giữa FA và PSO dựa trên mắt lưới 1.3

Kết quả cho thấy PSO có xu hướng đạt được giá trị fitness cao hơn so với FA ở hầu hết các mức số lượng đầu đọc khác nhau. Điều này chứng tỏ PSO hiệu quả hơn trong việc tối ưu hóa bài toán RNP. Cả hai thuật toán đều có giá trị fitness tăng khi số lượng đầu đọc tăng, điều này cho thấy số lượng đầu đọc nhiều hơn giúp cải thiện khả năng bao phủ và tối ưu. Sự chênh lệch rõ ràng nhất nằm trong khoảng từ 30 đến 50 đầu đọc, khi PSO tận dụng tốt hơn các nguồn lực tăng thêm để cải thiện giá trị fitness.

Về tính ổn định, đường cong của PSO mượt mà hơn so với FA, nhưng vẫn xuất hiện một số dao động nhẹ trong giá trị fitness.

Kết luận: Thuật toán PSO rõ ràng hiệu quả hơn FA trong bài toán với mắt lưới 1.3, đặc biệt khi số lượng đầu đọc tăng lên, nhờ khả năng hội tụ mạnh mẽ và ổn định. Tuy nhiên, FA vẫn có thể là một lựa chọn phù hợp trong các hệ thống yêu cầu số lượng đầu đọc ít hoặc trong không gian thực thi hẹp.

### So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên độ bao phủ các thẻ ở mắt lưới 1.3m

Tiếp tục tiến hành khảo sát trên mắt lưới 1.3 của 2 thuật toán PSO và FA dựa trên giá trị bao phủ đi từ 5 đến 50 đầu đọc.

A graph with blue and orange lines

Description automatically generated

**Hình** **5.5.** Biểu đồ so sánh mức độ độ bao phủ giữa FA và PSO dựa trên mắt 1.3

Qua kết quả của ***Hình******5.5****,* đường biểu diễn của PSO thể hiện khả năng cải thiện độ bao phủ vượt trội rõ rệt khi số lượng đầu đọc tăng vượt ngưỡng 30. Sự chênh lệch giữa PSO và FA trong khoảng số lượng đầu đọc từ 10 đến 20 không lớn, nhưng khi số lượng đầu đọc tăng lên từ 30 đến 50, PSO cho thấy lợi thế rõ ràng hơn với mức độ bao phủ tăng đều đặn và ổn định hơn so với FA.

Kết luận: PSO cho thấy hiệu quả cao hơn và ổn định hơn so với FA trong việc tối ưu hóa độ bao phủ với kích thước mắt lưới là 1.3m. Đặc biệt, PSO vượt trội trong các hệ thống có số lượng đầu đọc lớn, phù hợp với các bài toán được triển khai để giám sát sinh viên trong lớp học hoặc hội trường. Tuy nhiên, FA vẫn có thể được sử dụng trong các hệ thống nhỏ gọn với số lượng đầu đọc hạn chế, phù hợp với không gian lớp học nhỏ, trong khi PSO lại thích hợp cho các hệ

### So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên tỉ lệ các thẻ nằm trong vùng chồng lấn

Tiếp đến sẽ khảo sát vẫn ở mắt lưới 1.3 nhưng so sánh tỷ lệ các thẻ nằm trong vùng chồng lấn (nhiễu) như ở**Hình 5.6*.*** Kết quả cho thấy trong khoảng số lượng đầu đọc thấp, từ 10 đến 20 đầu đọc, cả FA và PSO đều có độ nhiễu thấp và dao động nhẹ, nhưng PSO thường duy trì độ nhiễu thấp hơn FA. Khi số lượng đầu đọc tăng lên từ 30 đến 50 đầu đọc, FA có xu hướng tăng nhanh độ nhiễu, trong khi PSO vẫn giữ được sự ổn định. Sự chênh lệch ở mức 40 đầu đọc trở lên trở nên rõ rệt khi FA có độ nhiễu tăng vọt, vượt xa PSO. Điều này cho thấy FA kém hiệu quả hơn trong việc giảm nhiễu khi số lượng đầu đọc nhiều. PSO có xu hướng kiểm soát độ nhiễu tốt hơn, làm cho thuật toán này phù hợp ở mức đầu đọc lớn.

Tính ổn định cũng được xem xét khi đường cong của PSO ổn định, phản ánh khả năng hội tụ tốt hơn trong việc giảm nhiễu. Ngược lại, FA thể hiện sự dao động lớn ở mức độ nhiễu cao khi số lượng đầu đọc tăng, điều đó có thể làm giảm hiệu suất tổng thể.A graph with blue and orange lines

Description automatically generated

**Hình 5.6.** Biểu đồ so sánh tỉ lệ các thẻ nằm trong vùng chồng lấn giữa FA và PSO dựa trên mắt 1.3

**Kết luận:** Thuật toán PSO vượt trội hơn FA trong việc giảm độ nhiễu, đặc biệt khi số lượng đầu đọc tăng cao. Điều này chứng minh khả năng kiểm soát nhiễu và sự ổn định của PSO, làm cho thuật toán này trở thành lựa chọn tốt hơn cho các hệ thống lớn và phức tạp. FA, mặc dù kém hiệu quả hơn, vẫn có thể là một lựa chọn thay thế trong các hệ thống yêu cầu số lượng đầu đọc thấp và không đòi hỏi tính ổn định cao.

### So sánh mức độ hiệu quả quy hoạch mạng RFID dựa trên giá trị thời gian thực hiện ở mắt lưới 1.3m

Xét đến thời gian thực hiện của 2 thuật toán, cũng quan trọng trong việc khai nên chúng tôi tiếp tục khảo sát tương tự với mắt lưới 1.3 như kết quả ở ***Hình 5.7***

A graph with blue and orange lines

Description automatically generated

**Hình 5.7.** Biểu đồ so sánh dựa trên thời gian thực hiện giữa FA và PSO dựa trên mắt 1.3

Dựa trên kết quả, ta thấy rằng với số lượng đầu đọc nhỏ (dưới 30 đầu đọc), thời gian thực hiện của FA và PSO tương đối gần nhau. PSO có xu hướng tốt hơn FA về thời gian thực hiện nhờ số vòng lặp ít hơn FA. Khi số lượng đầu đọc tăng lên trên 30, thời gian thực hiện của FA tăng mạnh, trong khi với 50 đầu đọc, PSO chỉ mất khoảng hơn 20 giây để thực hiện tính toán. Điều này cho thấy PSO hiệu quả hơn FA trong các bài toán có quy mô lớn.

Kết luận: PSO hiệu quả hơn trong bài toán quy hoạch mạng RFID, đặc biệt khi số lượng đầu đọc lớn, nhờ thời gian thực hiện ổn định và thấp hơn FA. Điều này cũng cho thấy FA không phù hợp cho các bài toán lớn do thời gian thực hiện tăng đột biến.

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

Chương này đã so sánh hiệu quả của thuật toán FA và PSO trong bài toán RNP với mắt lưới 1.3, qua các tiêu chí như giá trị fitness, độ bao phủ, và độ nhiễu. Kết quả PSO cho thấy là vượt trội hơn FA về khả năng tối ưu hóa và tính ổn định, đặc biệt khi số lượng đầu đọc tăng. Tuy nhiên, FA vẫn phù hợp cho các hệ thống nhỏ hoặc có yêu cầu tài nguyên hạn chế.

Đề xuất: Áp dụng thuật toán PSO với cấu hình mắt lưới 1.3 vì đạt hiệu quả cao nhất trong các bài toán yêu cầu tối ưu hóa phức tạp, đồng thời cân nhắc FA như một giải pháp thay thế trong trường hợp cần giảm thiểu chi phí triển khai.

# KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN



## Kết luận:

Thuật toán tối ưu bầy đàn 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 hiệu 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.

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 cải thiện hiệu suất của hệ thống RFID giám sát sinh viên và tối ưu hóa việc ứng dụng thuật toán PSO, có thể xem xét các hướng phát triển sau:

Kết hợp với các thuật toán khác: Tiến hành nghiên cứu nhằm phát triển các phiên bản nâng cao của PSO bằng cách tích hợp với những thuật toán tối ưu khác như Thuật toán Di truyền (GA), Thuật toán Kiến (ACO), hoặc thậm chí ứng dụng các phương pháp học sâu (Deep Learning). Cách tiếp cận này có thể giúp tăng tốc độ hội tụ, đồng thời giảm nguy cơ thuật toán bị mắc kẹt trong các 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 cải thiện hiệu suất của hệ thống RFID trong việc giám sát sinh viên mà còn mở ra nhiều tiềm năng ứng dụng công nghệ vào lĩnh vực giáo dục. Việc tích hợp PSO với các công nghệ hiện đại sẽ góp phần xây dựng môi trường học tập thông minh, nâng cao chất lượng đào tạo và đáp ứng những yêu cầu ngày càng cao của xã hội. Sự phối hợp chặt chẽ giữa các nhà nghiên cứu, nhà phát triển công nghệ và các tổ chức giáo dục sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc triển khai và không ngừng nâng cấp các giải pháp, mang lại giá trị thiết thực cho sinh viên và nhà trường.

## Tổng kết chương

Việc áp dụng thuật toán PSO trong hệ thống RFID giám sát sinh viên không chỉ cải thiện hiệu quả tối ưu hóa mà còn mở ra cơ hội phát triển vượt bậc khi tích hợp với các công nghệ tiên tiến như AI, IoT và Big Data. Các định hướng phát triển được đề xuất, từ việc kết hợp các thuật toán khác nhau đến tăng cường bảo mật và tích hợp với hệ thống quản lý giáo dục, sẽ góp phần xây dựng một môi trường học tập thông minh và hiệu quả hơn. Sự hợp tác chặt chẽ giữa các nhà nghiên cứu, nhà phát triển công nghệ và các cơ sở giáo dục sẽ là yếu tố cốt lõi để hiện thực hóa và triển khai các giải pháp này trong thực tế.

# 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% |
| Nguyễn Trọng Nhân | Đọc tài liệu nghiên cứu các thuật toán lai của PSO, kết luận và hướng phát triển | 50% |

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Y. L. Y. Y. W. Y. Q. Guan, “Genetic Approach for Network Planning in the,” tập 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,” tập 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,” trong *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,” trong *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,* tập 52, số 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,* tập 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,* tập 11, số 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,” trong *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,* tập 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,” trong *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,* tập 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,” trong *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,” trong *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 và R. C. Eberhart, “Particle swarm optimization,” 01 December 1995. |
| [19] | 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. |
| [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,” tập 8, số 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,* tập 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,* tập 14, số 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,” tập 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] | 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. |
| [29] | 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. |
| [30] | A. R. v. B. A. E. Majd, “Hierarchical Multiobjective Approach for Optimising RFID Reader Deployment,” 1 2019. |