

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

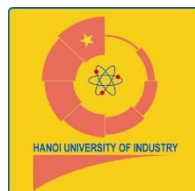


BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CỦA SINH VIÊN
NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT TIẾN HÓA GIẢI BÀI TOÁN
TỐI ƯU TRONG MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY

Sinh viên thực hiện:	1. Nguyễn Hoàng Long 2. Nguyễn Trung Thành 3. Mai Thế Đoàn 4. Nguyễn Tuấn Đạt
Lớp	CNTT4 - K13 CNTT6 - K15 CNTT6 - K15 CNTT5 - K15
Khoa:	Công nghệ thông tin
Người hướng dẫn:	TS. Nguyễn Thị Mỹ Bình

Hà Nội, 04/2022

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CỦA SINH VIÊN
NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT TIẾN HÓA GIẢI BÀI TOÁN
TỐI ƯU TRONG MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY

Sinh viên thực hiện:	1. Nguyễn Hoàng Long	Nam, Nữ:	Nam
	2. Nguyễn Trung Thành		Nam
	3. Mai Thế Đoàn		Nam
	4. Nguyễn Tuấn Đạt		Nam
Lớp	CNTT4 - K13	Năm thứ:	4/4
	CNTT6 - K15		3/4
	CNTT6 - K15		3/4
	CNTT5 - K15		3/4
Dân tộc	Nùng		
	Kinh		
	Kinh		
	Kinh		
Khoa:	Công nghệ thông tin		
Ngành:	Công nghệ thông tin		
Người hướng dẫn:	TS. Nguyễn Thị Mỹ Bình		

Hà Nội, 04/2022

Lời cảm ơn

Lời đầu tiên, nhóm nghiên cứu chúng em xin chân thành cảm ơn đối với cô giáo, TS. Nguyễn Thị Mỹ Bình – giáo viên hướng dẫn trực tiếp em. Người đã giúp đỡ chúng em giải quyết những vướng mắc trong quá trình nghiên cứu.

Chúng em cũng xin gửi lời cảm ơn đến thầy cô trong khoa Công nghệ thông tin, trường Đại học Công nghiệp Hà Nội đã hướng dẫn và tạo điều kiện trong học tập cũng như nghiên cứu trong thời gian vừa qua.

Nhóm chúng em đã cố gắng hoàn thiện bản báo cáo nghiên cứu này nhưng chắc chắn sẽ không tránh khỏi những sai sót. Vì vậy, chúng em mong nhận được những lời góp ý từ quý thầy cô và các bạn.

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
0.1 Lý do chọn đề tài.....	1
0.2 Mục đích của đề tài.	1
0.3 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	1
0.4 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY VÀ BÀI TOÁN TÌM ĐƯỜNG ĐI CÓ ĐỘ BAO PHỦ LỚN NHẤT	2
1.1 Các mô hình bao phủ cảm biến.....	3
1.1.1 Mô hình bao phủ cảm biến đĩa nhị phân.....	3
1.1.2 Mô hình bao phủ quạt nhị phân	4
1.1.3 Mô hình bao phủ tỷ lệ.	6
1.2 Các mô hình bao phủ của mạng cảm biến.	7
1.2.1 Mô hình bao phủ đối tượng.....	7
1.2.2 Mô hình bao phủ diện tích.	7
1.2.3 Mô hình bao phủ rào chắn.....	8
1.3 Bài toán tìm đường đi có độ bao phủ lớn nhất.....	8
CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ GIẢI THUẬT TIẾN HÓA	10
2.1 Thuật giải heuristic.....	10
2.1.1 Định nghĩa.	10
2.1.2 Chức năng của Heuristic.	10
2.1.3 Ưu điểm thuật toán.....	10
2.1.4 Phương pháp xây dựng thuật giải Heuristic.....	11

2.1.5 Tìm kiếm kinh nghiệm (Heuristic Search).....	11
2.2 Thuật giải tiến hóa.....	12
2.3 Một số thuật ngữ trong thuật giải tiến hóa.	13
2.3.1 Quần thể	13
2.3.2 Nhiễm sắc thể.....	13
2.3.3 Gen	13
CHƯƠNG 3: ÁP DỤNG GIẢI THUẬT TIẾN HÓA VÀO GIẢI BÀI TOÁN	
TỐI ƯU TRONG MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY.	15
3.1 Phương pháp đường đi ngẫu nhiên (Random Path Heuristic).	15
3.2 Phương pháp đường đi ngắn nhất (Shortest Path Heuristic).....	15
3.3 Phương pháp điểm tốt nhất (Best Point Heuristic)	16
3.4 Phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh (Adjusted Best Point Heuristic)	
.....	17
3.5 Thuật toán tối ưu bầy đàn (Particle Swarm Optimization – PSO).....	18
CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM.....	21
4.1 Cài đặt hệ thống và cài đặt dữ liệu.....	21
4.2 Phân tích kết quả thực nghiệm.	27
4.2.1 Kết quả thực nghiệm của phương pháp đường đi ngẫu nhiên.	27
4.2.2 Kết quả thực nghiệm của phương pháp đường đi ngắn nhất.	27
4.2.3 Kết quả thực nghiệm của phương pháp điểm tốt nhất.	28
4.2.4 Kết quả thực nghiệm của phương pháp điểm tốt nhất đã được điều chỉnh.	
.....	30
4.2.5 Kết quả thực nghiệm của thuật toán tối ưu bầy đàn.....	31

KẾT LUẬN	33
5.1 Kết quả đạt được.	33
5.2 Hướng phát triển tương lai.	33
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	34

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1 Mô hình bao phủ đĩa nhị phân	4
Hình 1.2 Mô hình cảm biến quạt nhị phân.....	6
Hình 3.1 Biểu diễn cập nhật một cá thể.	19
Hình 3.2 Lưu đồ thuật toán PSO	20
Hình 4.1 Biểu đồ thể hiện kết quả thực nghiệm trên sáu bộ dữ liệu mẫu.....	27
Hình 4.2 Biểu đồ so sánh giữa hai phương pháp ngẫu nhiên và đường ngắn nhất	27
Hình 4.3 Biểu đồ so sánh giữa ba phương pháp ngẫu nhiên, đường ngắn nhất và điểm tốt nhất.....	29
Hình 4.4 Biểu đồ so sánh kết quả bốn phương pháp	30
Hình 4.5 Biểu đồ so sánh kết quả giữa thuật toán tối ưu bầy đàn và phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh.....	31

DANH MỤC BẢNG

Bảng 4.1 Giá trị tham số chung.....	21
Bảng 4.2 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 10_1	22
Bảng 4.3 Dữ liệu của cảm biến bộ 10_1	22
Bảng 4.4 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 10_2.....	22
Bảng 4.5 Dữ liệu của cảm biến bộ 10_2	22
Bảng 4.6 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 10_3.....	23
Bảng 4.7 Dữ liệu của cảm biến bộ 10_3	23
Bảng 4.8 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 20_1	24
Bảng 4.9 Dữ liệu của cảm biến bộ 20_1	24
Bảng 4.10 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 20_2.....	25
Bảng 4.11 Dữ liệu của cảm biến bộ 20_2	25
Bảng 4.12 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 20_3.....	26
Bảng 4.13 Dữ liệu của cảm biến bộ 20_3	26
Bảng 4.14 Kết quả thực nghiệm dựa trên phương pháp đường đi ngắn nhất .	27
Bảng 4.15 Kết quả thực nghiệm dựa trên phương pháp điểm tốt nhất	29
Bảng 4.16 Kết quả thực nghiệm dựa trên phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh	30
Bảng 4.17 Kết quả thực nghiệm dựa trên thuật toán tối ưu bầy đàn	31

MỞ ĐẦU

0.1 Lý do chọn đề tài.

Trong những năm gần đây, mạng cảm biến không dây ngày càng có nhiều sự quan tâm và phát triển của nhiều nhóm nghiên cứu trong và ngoài nước. Mạng cảm biến có một nhiệm vụ chung là thu thập các thông tin vật lý từ môi trường xung quanh nó và thông qua các giao thức kết nối không dây để truyền dữ liệu. Việc áp dụng mạng cảm biến không dây vào thực tiễn đem lại rất nhiều lợi ích, đặc biệt là trong những lĩnh vực giám sát và an ninh. Với các đặc tính dễ triển khai trên nhiều loại địa hình, có độ chính xác và phản hồi cao vì vậy chúng ngày càng được ưa chuộng.

Vì mạng cảm biến không dây trở nên phổ biến nên đã sinh ra nhiều lớp bài toán để giải quyết các vấn đề còn tồn đọng cũng như tối ưu toàn mạng để đem lại hiệu suất tốt nhất. Một trong những lĩnh vực nổi trội là xây dựng lớp rào chắn, trái ngược với rào chắn vật lý như tường, hào.... Các cảm biến có khả năng kết nối với nhau tạo thành một mạng giúp phát hiện ra được sự xâm nhập từ bên ngoài, từ đó có thể đưa ra giải pháp xử lý kịp thời. Khi giải quyết tốt bài toán trên sẽ góp phần lớn trong lĩnh vực an ninh. Vì vậy sau khi đã xây dựng xong một rào chắn, chúng ta sẽ kiểm tra độ mạnh yếu của rào chắn đó.

0.2 Mục đích của đề tài.

Dưới đây là mục đích của việc nghiên cứu đề tài này:

- Tìm hiểu về lớp bài toán đánh giá rào chắn.
- Tìm hiểu về thuật giải tiến hóa.
- Áp dụng được thuật giải tiến hóa vào giải quyết bài toán tối ưu.

0.3 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề án này là:

- Đối tượng: Mạng cảm biến không dây.
- Phạm vi nghiên cứu: Bài toán tìm đường đi có độ bao phủ lớn nhất.

0.4 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

Việc thực hiện nghiên cứu về đề tài “*Giải thuật tiến hóa giải đề bài toán tối ưu trong mạng cảm biến không dây*” nhằm đưa ra giải pháp giúp nâng cao hiệu suất của mạng cảm biến trong thực tiễn.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY VÀ BÀI TOÁN TÌM ĐƯỜNG ĐI CÓ ĐỘ BAO PHỦ LỚN NHẤT

Mạng cảm biến không dây bao gồm một tập hợp các thiết bị cảm biến sử dụng các liên kết không dây (vô tuyến, hồng ngoại hoặc quang học) để phối hợp thực hiện nhiệm vụ thu thập thông tin dữ liệu phân tán trong bất kỳ địa hình hay môi trường nào.

Các nút cảm biến không dây có thể được triển khai cho các mục đích chuyên dụng như điều khiển giám sát an ninh, kiểm tra môi trường, tạo ra không gian sống thông minh... Lợi thế của chúng chủ yếu là có thể triển khai ở hầu hết các môi trường kể cả những môi trường nguy hiểm mà con người khó có thể tiếp cận được hay không thể sử dụng được mạng cảm biến có dây thông thường.

Các thiết bị cảm biến không dây liên kết thành một mạng tạo ra nhiều khả năng mới cho con người, với thiết kế nhỏ gọn, tốc độ xử lý nhanh nên chúng được đem vào áp dụng trong nhiều lĩnh vực như: điều khiển giám sát trong công nghiệp hoặc trong lĩnh vực quân sự, an ninh quốc phòng, kiểm soát việc chuyên chở các chất gây ô nhiễm, kiểm soát hệ sinh thái và môi trường sinh vật phức tạp và các ứng dụng trong cuộc sống hàng ngày...

Mỗi mạng cảm biến bao gồm nhiều nút và một trạm trung tâm. Nhưng trong thực tế một mạng cảm biến không dây sẽ bao gồm nhiều trạm trung tâm, chúng liên kết với nhau thông và gửi dữ liệu thu thập được về một máy chủ tập chung. Các nút trong mạng thường có thiết kế nhỏ gọn và được phân bố với số lượng lớn trên một phạm vi rộng lớn. Mỗi nút này sẽ đóng vai trò thu thập thông tin từ môi trường như: nhiệt độ, áp suất, âm thanh, hình ảnh... và hợp tác truyền dữ liệu của chúng qua mạng để tới trạm trung tâm nơi tập hợp thông tin và xử lý chúng.

Các nút trong mạng được triển khai bên trong hoặc ở gần đối tượng cần thăm dò hay thu thập thông tin. Vị trí của các cảm biến sẽ có thể được thả một cách ngẫu nhiên hoặc có sự tính toán trước, việc thả ngẫu nhiên rất hữu ích cho việc triển khai mạng vào các môi trường nguy hiểm. Với khả năng tự tổ chức mạng và cộng tác làm việc của các cảm biến không dây thì việc các cảm biến không dây được triển khai gần nhau sẽ chọn việc truyền thông đa liên kết thay vì truyền thông đơn liên kết vì sẽ đem lại công suất tiêu thụ là nhỏ nhất và đem lại hiệu quả truyền tín hiệu tốt hơn khi truyền ở một khoảng cách xa.

Phần tiếp theo trình bày về các vấn đề sau:

- Các mô hình bao phủ cảm biến.
- Các mô hình bao phủ của mạng cảm biến.
- Bài toán đánh giá rào chắn.

1.1 Các mô hình bao phủ cảm biến.

Các mô hình bao phủ cảm biến là sự trừu tượng hóa khả năng và chất lượng bao phủ của một cảm biến dưới dạng các phương trình toán. Các phương trình sẽ được xây dựng dựa trên mối tương quan hình học giữa các điểm trong không gian và cảm biến. Với mỗi loại cảm biến chúng ta sẽ có mô hình riêng cho chúng.

Mô hình bao phủ cảm biến được chia là hai loại: mô hình vật lý và mô hình toán học. Trong đó, mô hình toán học là phương pháp trừu tượng hóa khả năng cảm biến dưới dạng phương trình toán học, hay có các gọi khác là hàm cảm biến. Với mô hình toán học, mỗi hàm sẽ yêu cầu tham số đầu vào khác nhau, có những mô hình yêu cầu tham số đơn giản là khoảng cách và góc giữa một điểm và một cảm biến. Ngoài ra, có những mô hình phức tạp hơn, yêu cầu thêm nhiều loại tham số giữa một điểm và nhiều cảm biến cùng lúc. Từ kết quả đầu ra của hàm cảm biến, ta có thể chia ra làm hai loại: mô hình bao phủ nhị phân và mô hình bao phủ tỷ lệ. Với mô hình bao phủ nhị phân, kết quả của hàm cảm biến là 0 và 1, với mô hình suy giảm kết quả sẽ là những số không âm khác nhau.

Với mô hình vật lý, cảm biến sẽ được chia dựa theo các đặc tính vật lý như góc và miền bao phủ của chúng. Từ những đặc tính đó, ta chia thành cảm biến vô hướng và cảm biến có hướng, với cảm biến có hướng, cảm biến sẽ phụ thuộc vào giá trị góc của chúng. Ngược lại cảm biến vô hướng sẽ có khả năng cảm biến một vùng bao phủ xung quanh chúng.

1.1.1 Mô hình bao phủ cảm biến đĩa nhị phân

Mô hình bao phủ cảm biến đĩa nhị phân (hình 1.1(a)) được coi là mô hình đơn giản nhất, và được nghiên cứu, ứng dụng một cách rộng rãi trong môi trường thực tế. Với mô hình bao phủ này, mọi thông tin nhận được ở tất cả mọi hướng của cảm biến là như nhau. Hàm cảm biến ở mô hình này có thể được mô tả như sau:

$$f(d(s, O)) = \begin{cases} 0, & d(s, O) > R_s \\ 1, & d(s, O) \leq R_s \end{cases}$$

với:

$d(s, O)$ là khoảng cách Euclide giữa cảm biến S đến với điểm D .

R_s : Bán kính cảm biến

Hàm cảm biến trên mô tả rằng tất cả các điểm nằm trong phạm vi cảm biến sẽ có giá trị cảm biến là 1 tức là được bao phủ bởi cảm biến đó, ngược lại các điểm nằm ngoài vùng cảm biến sẽ có giá trị bằng 0.

R_s là giá trị đặc trưng cho khả năng cảm nhận của cảm biến, mỗi giá trị này sẽ tương ứng với từng mỗi loại cảm biến, ngoài ra cảm biến còn có khả năng thay đổi chế độ làm việc của bản thân bằng cách thay đổi R_s (hình 1.1(b)). Tuy nhiên, với cảm biến thì năng lượng tiêu thụ sẽ tỷ lệ thuận với R_s .

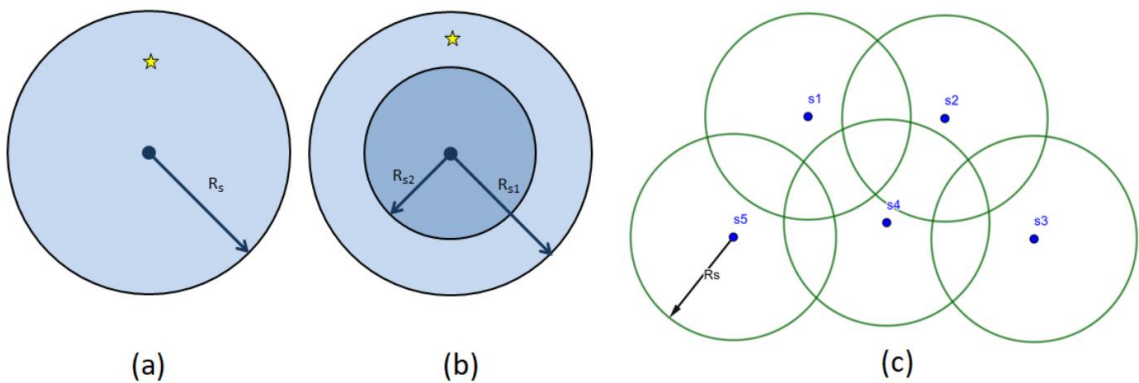
Một điểm trong vùng giám sát có thể được bao phủ bởi nhiều cảm biến đĩa nhị phân. Vì vậy, để tính được độ bao phủ của cảm biến đó ta sẽ tính bằng tổng độ bao phủ của các cảm biến lên điểm đó (hình 1.1(c)). Công thức toán học sẽ có dạng như sau:

$$f(d_n) = \sum_{i=1}^n f_i(d(s_i, O))$$

với:

$f_i(d(s_i, O))$: Là hàm cảm biến của cảm biến s_i đối với điểm O .

Với hàm $f(d_n) = k$, khi đó ta gọi điểm O đang được bảo phủ bởi k cảm biến hay còn gọi là k -covered. Dưới đây là hình ảnh minh họa lại 3 trường hợp cảm biến đĩa nhị phân:



Hình 1.1 Mô hình bao phủ đĩa nhị phân

1.1.2 Mô hình bao phủ quạt nhị phân

Mô hình quạt nhị phân là mô hình được phát triển từ mô hình đĩa nhị phân, ở mô hình này yếu tố góc cảm biến được thêm vào, camera là loại cảm biến thông dụng nhất áp dụng mô hình này trong thực tế. Các tham số được yêu cầu trong mô hình bao gồm:

- ϕ_s : hướng cảm biến S.
- ω : góc cảm biến.
- R_s : bán kính của cảm biến S.

Một điểm được coi là nằm trong vùng cảm biến nếu khoảng cách từ điểm đó đến cảm biến nhỏ hơn R_s và phải nằm trong góc quan sát của cảm biến đó. Hàm cảm biến của mô hình này được biểu diễn dưới dạng toán học như sau:

$$f(d(s, Z), \phi(s, Z)) = \begin{cases} 1, & d(s, Z) \leq R_s, \phi_s \leq \phi(s, Z) \leq \phi_s + \omega \\ 0, & \text{ngược lại} \end{cases}$$

Trong đó:

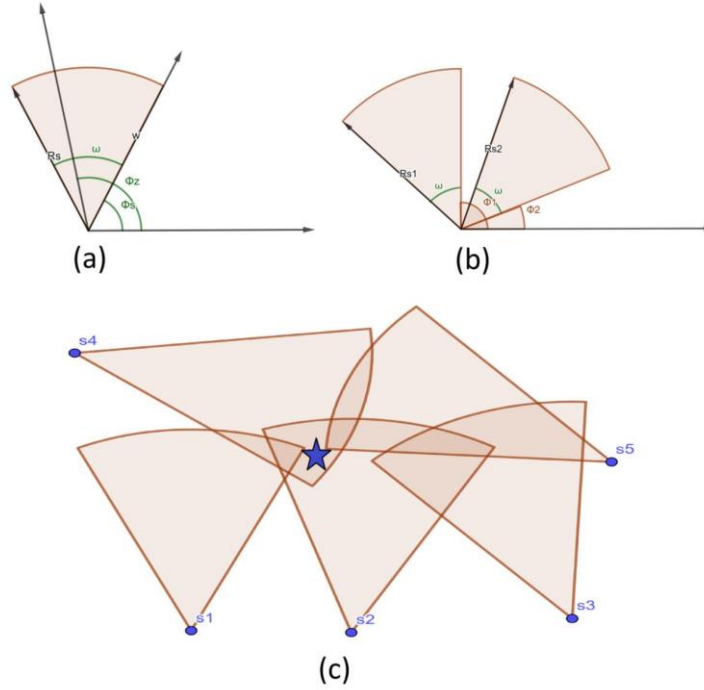
- $d(s, Z)$: khoảng cách Euclide giữa cảm biến S và điểm Z.
- $\phi(s, Z)$: là góc được tạo bởi cảm biến s, điểm Z và trục Ox.

Từ hàm cảm biến cho thấy điểm nào nằm trong vùng cảm biến sẽ có giá trị là 1, ngược lại sẽ có giá trị là 0. Với mỗi cảm biến có hướng sẽ có khả năng thay đổi hướng cảm biến để thay đổi được vùng bao phủ của chính bản thân nó.

Tương tự với mô hình bao phủ đĩa nhị phân, ta có thể xây dựng được một hàm cảm biến của mạng cảm biến là một điểm bất kỳ. Giá trị này được tính bằng tổng độ cảm biến của tất cả các cảm biến tác động lên điểm đó:

$$f(d_n, \phi_n) = \sum_{i=0}^n f_i(d(s_i, Z), \phi(s_i, Z))$$

Dưới đây là hình mô tả cho ba trường hợp trên:



Hình 1.2 Mô hình cảm biến quạt nhị phân

1.1.3 Mô hình bao phủ tỷ lệ.

Trong thực tế, chất lượng bao phủ của một số cảm biến sẽ giảm dần khi khoảng cách từ cảm biến đến điểm đó tăng lên, vì vậy mô hình bao phủ ngày càng được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi. Dưới đây là hàm cảm biến của mô hình bao phủ tỷ lệ:

$$f(d(s, O)) = \frac{c}{d^\lambda(s, O)}$$

trong đó:

- $d(s, O)$: khoảng cách Euclide giữa cảm biến S và điểm O.
- c : hằng số năng lượng, chỉ số này phụ thuộc vào đặc tính vật lý của cảm biến.
- λ : hệ số suy giảm, chỉ số này phụ thuộc vào đặc tính vật lý của cảm biến.

Dựa vào hàm cảm biến ta thấy, độ bao phủ của một điểm tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ điểm đó cho tới cảm biến. Với một điểm nằm càng gần cảm biến tức là có f càng cao thì càng bị dễ phát hiện bởi cảm biến, ngược lại với giá trị f càng thấp tức điểm đó nằm càng xa cảm biến thì sẽ khó bị phát hiện hơn bởi cảm biến. Giá trị của hàm cảm biến sẽ thay đổi liên tục từ 0 cho tới một giá trị rất lớn nào đó chứ không còn tồn tại chỉ dưới dạng hai giá trị 0 và 1. Trong thực tế, các biến như là: cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, âm thanh... sẽ tuân theo mô hình cảm biến này.

1.2 Các mô hình bao phủ của mạng cảm biến.

Trong phần này, chúng ta sẽ tập trung tìm hiểu về độ bao phủ tính trên toàn mạng cảm biến. Tùy vào trường hợp trong thực tế, ta có thể chia mạng cảm biến thành ba loại mô hình bao phủ như sau:

- Bao phủ đối tượng.
- Bao phủ diện tích
- Bao phủ rào chắn

1.2.1 Mô hình bao phủ đối tượng.

Mục đích của mô hình này là bao phủ tập các điểm rời rạc. Các điểm này có thể là các điểm được gắn với vùng bao phủ hoặc là các đối tượng xuất hiện trong vùng bao phủ đó. Để bao phủ được các điểm này, chúng ta có hai phương pháp triển khai phổ biến: triển khai ngẫu nhiên, triển khai tất định.

Với việc triển khai các cảm biến một cách ngẫu nhiên, sẽ có trường hợp đối tượng sẽ không được bao phủ bởi bất kỳ một cảm biến nào hoặc sẽ tồn tại một vài cảm biến dư thừa không bao phủ bất kỳ đối tượng nào.

Với việc triển khai tất định, điều kiện cần có là vị trí của các đối tượng cần được bao phủ, vì vậy các cảm biến trước khi được thả sẽ được tính toán vị trí. Từ đó sẽ không xảy ra trường hợp như khi chúng ta thả một cách ngẫu nhiên.

Ví dụ điển hình của mô hình này là xây dựng một hệ thống camera trong một căn phòng ở nhà tù làm sao cho phạm nhân không thoát khỏi sự giám sát của hệ thống camera đó.

1.2.2 Mô hình bao phủ diện tích.

Mô hình bao phủ diện tích có thể coi là mở rộng của mô hình bao phủ đối tượng, ở mô hình này đối tượng mà mạng cảm biến cần bao phủ không còn là các đối tượng rời rạc nằm trên một vùng cho trước mà là toàn bộ các điểm nằm trong vùng cho trước đó. Giá trị mật độ cảm biến tới hạn là giá trị thể hiện số lượng cảm biến tối thiểu để đảm bảo việc bao phủ một vùng.

Việc triển khai các cảm biến cũng giống như cách triển khai của mô hình bao phủ đối tượng bao gồm: triển khai ngẫu nhiên hoặc triển khai tất định. Việc triển khai một cách ngẫu nhiên, vị trí của các cảm biến hoàn toàn không được biết trước. Với số lượng cảm biến cảm lớn thì xác suất để bao phủ vùng cho trước sẽ tăng lên. Trên thực tế, bài toán thường được tiếp cận dưới hướng sắp xếp một lượng cảm biến có hạn vào

một vùng cho trước sao cho độ bao phủ mà mạng đó đem lại là cao nhất. Để giải bài toán này, chúng ta thường nghiên cứu và áp dụng dựa trên việc chia lưới và các thuật toán tiền hóa.

1.2.3 Mô hình bao phủ rào chắn.

Mô hình bao phủ rào chắn có tiềm năng to lớn trong nhiều lĩnh vực trong đời sống, từ lĩnh vực quân sự cho tới lĩnh vực dân sự. Vì vậy, mô hình này ngày càng được nghiên cứu và phát triển. Mục đích của mô hình này là xây dựng một vùng cảm biến nhằm phát hiện được sự xâm nhập từ mọi phía khi đi qua mạng, vì vậy nó được ứng dụng phổ biến trong lĩnh vực quân sự. Yêu cầu của mô hình là một đối tượng bất kỳ khi đi qua mạng phải được giám sát bởi ít nhất một cảm biến. Việc xây dựng mô hình bao phủ rào chắn là một phương pháp để phát hiện sự xâm nhập sau đó sẽ đưa ra phương pháp giải quyết, đây là biện pháp phòng chống sự xâm nhập khác với những biện pháp cổ điển như xây tường hay đào hào truyền thống.

Mô hình bao phủ rào chắn được chia thành hai lớp bài toán con:

- Bài toán xây dựng rào chắn bao phủ: Ở bài toán này chúng ta sẽ tìm ra lời giải để triển khai sao cho bất kỳ đối tượng nào đi rào chắn sẽ bị phát hiện bởi ít nhất 1 hoặc k cảm biến. Ngoài ra, bài toán sẽ còn có những yêu cầu ràng buộc khác tùy vào yêu cầu đưa ra.
- Bài toán tìm đường đi xâm nhập: Ngược lại với lớp bài toán bên trên, ở bài toán này chúng ta cần tìm ra một đường đi xuyên qua rào chắn đáp ứng tùy theo yêu cầu là đường đi đó sẽ có khả năng bị phát hiện ít hoặc lớn nhất.

Phần tiếp theo tác giả sẽ đi làm rõ về bài toán tìm đường đi xuyên qua rào chắn có độ bao phủ hay khả năng bị phát hiện lớn nhất.

1.3 Bài toán tìm đường đi có độ bao phủ lớn nhất.

Bài toán được tìm hiểu có đầu vào là một vùng được cho trước chiều dài và chiều rộng, cùng với đó là danh sách những cảm biến được thả một cách ngẫu nhiên vào trong vùng cho trước. Để xây dựng bao phủ tại một điểm bất kỳ ta thực hiện tính như sau:

- Tính toán khoảng cách từ điểm đó tới cảm biến.
- Nếu không nằm trong vùng cảm biến ta trả về 0 ngược lại ta trả về : $\frac{1}{d(s,o)}$.

Bài toán được phát biểu như sau:

Đầu vào:

- W, H: Chiều dài, chiều rộng của vùng thả cảm biến.
- N: số lượng cảm biến.
- x_i, y_i, r_i : thông số vị trí và bán kính của cảm biến thứ i.
- $X_{\text{start}}, y_{\text{start}}$: tọa độ vị trí bắt đầu.
- $X_{\text{end}}, y_{\text{end}}$: tọa độ vị trí kết thúc.

Đầu ra:

- Đường đi có độ bao phủ lớn nhất.

Mục tiêu:

$$\int_{t_1}^{t_2} f(S, (x(t), y(t))) \sqrt{\left(\frac{dx(t)}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy(t)}{dt}\right)^2} dt \rightarrow \max$$

Ràng buộc:

- Độ dài tối đa của đường đi
- Thời gian dừng lại tối đa.
- Vận tốc di chuyển tối đa
- Độ bao phủ tối đa tại một điểm nhất định.

CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ GIẢI THUẬT TIỀN HÓA

2.1 Thuật giải heuristic.

2.1.1 Định nghĩa.

George Polya định nghĩa heuristic là “sự nghiên cứu về các phương pháp và các quy tắc trong việc khám phá và phát minh” (Polya 1945). Nghĩa này có thể xuất phát từ gốc Hy Lạp của động từ eurisko nghĩa là “tôi phát hiện”. Trong tìm kiếm không gian trạng thái, heuristic là các luật dùng để chọn những nhánh nào có nhiều khả năng nhất dẫn đến một giải pháp chấp nhận được.

- Heuristic chỉ là một phỏng đoán chứa các thông tin về bước tiếp theo sẽ được chọn dùng trong việc giải quyết một vấn đề.
- Heuristic là những tri thức rút ra từ kinh nghiệm, trực giác của con người
- Heuristic có thể là những tri thức đúng hoặc sai

2.1.2 Chức năng của Heuristic.

Các chương trình giải quyết những vấn đề trí tuệ nhân tạo sử dụng heuristic cơ bản theo hai dạng:

- Vấn đề có thể không giải quyết chính xác vì những điều không rõ ràng trong diễn đạt hoặc trong các dữ liệu có sẵn. Chẩn đoán y khoa là một ví dụ. Tập hợp các triệu chứng cho trước có thể dẫn đến nhiều nguyên nhân gây ra, bác sĩ có thể dùng heuristic để chọn kết quả chẩn đoán nào thích hợp nhất và đưa ra kế hoạch điều trị.
- Vấn đề có thể có giải pháp chính xác, nhưng chi phí tính toán để tìm ra nó không cho phép. Như cờ vua chẳng hạn, không gian trạng thái phát triển rất nhanh và rất rộng vì số lượng trạng thái có thể xảy ra tăng theo hàm mũ hoặc giai thừa cùng với độ sâu tìm kiếm. Trong những trường hợp này, các kỹ thuật tìm kiếm thô sơ như tìm kiếm sâu hay tìm kiếm rộng sẽ không tìm được giải pháp trong giới hạn thời gian. Heuristic sẽ giảm bớt độ phức tạp bằng cách hướng việc tìm kiếm theo con đường nhiều hứa hẹn nhất. Nhờ đã loại bỏ một số trạng thái không hứa hẹn và con cháu của chúng ra khỏi việc xem xét nên thuật toán có thể khắc phục việc bùng nổ trạng thái và tìm ra một giải pháp có thể chấp nhận được.

2.1.3 Ưu điểm thuật toán

Thuật giải Heuristic thể hiện cách giải bài toán với những đặc tính sau:

- Thường tìm được lời giải tốt (nhưng không chắc là giải pháp tốt nhất)
- Giải bài toán bằng heuristic thường dễ dàng và nhanh chóng đưa ra kết quả hơn so với các thuật giải tối ưu, vì vậy chi phí thấp hơn.
- Thuật Heuristic thường thể hiện khá tự nhiên, gần gũi với cách tư duy hành động của con người.

2.1.4 Phương pháp xây dựng thuật giải Heuristic

Thuật giải Heuristic gồm 2 phần: đánh giá Heuristic và thuật toán để sử dụng nó trong không gian tìm kiếm trạng thái.

Một số nguyên lý cơ bản trong việc xây dựng một giải thuật Heuristic trong các nguyên lý cơ bản sau:

- Nguyên lý vết cạn thông minh: Trong một bài toán nào đó khi không gian tìm kiếm lớn, ta thường tìm cách giới hạn lại không gian tìm kiếm hoặc thực hiện một kiểu dò tìm đặc biệt dựa vào đặc thù của bài toán để nhanh chóng tìm ra mục tiêu.
- Nguyên lý tham lam (Greedy): Lấy tiêu chuẩn tối ưu (trên phạm vi toàn cục) của bài toán để là tiêu chuẩn lựa chọn cho hành động trong phạm vi cục bộ của từng bước (hay từng giai đoạn) trong quá trình tìm kiếm lời giải.
- Nguyên lý thứ tự: Thực hiện hành động dựa trên một cấu trúc thứ tự hợp lý của không gian khảo sát nhằm nhanh chóng đạt được lời giải tốt
 - Hàm Heuristic: Trong việc xây dựng các thuật giải Heuristic, người ta thường dùng các hàm Heuristic. Đó là các hàm đánh giá thô, giá trị của hàm phụ thuộc vào trạng thái hiện tại của bài toán tại mỗi bước giải. Nhờ giá trị này, ta có thể chọn được cách hành động tương đối hợp lý trong từng bước của thuật giải.

2.1.5 Tìm kiếm kinh nghiệm (Heuristic Search)

Các kỹ thuật tìm kiếm sử dụng hàm đánh giá để hướng dẫn sự tìm kiếm được gọi chung là các kỹ thuật tìm kiếm kinh nghiệm (heuristic search). Các giai đoạn cơ bản để giải quyết vấn đề bằng tìm kiếm kinh nghiệm như sau:

- Tìm biểu diễn thích hợp mô tả các trạng thái và các toán tử của vấn đề
- Xây dựng hàm đánh giá
- Thiết kế chiến lược chọn trạng thái để phát triển ở mỗi bước

2.2 Thuật giải tiến hóa.

Thuật giải tiến hóa là một loại thuật toán tối ưu hóa ngẫu nhiên toàn cục có mục đích chung theo mô hình tân Darwin và được chấp nhận rộng rãi cho việc mô phỏng quá trình tiến hóa tự nhiên của sinh vật. Mô hình paradigm tân Darwin là sự kết hợp của lý thuyết tiến hóa Darwin cổ điển, chủ nghĩa chọn lọc của Weismann và di truyền của Mendel. Bản thân sự tiến hóa có thể được tăng tốc bằng cách tích hợp học tập dưới dạng chiến lược Lamarckian dựa trên hiệu ứng Baldwin. Thuật giải tiến hóa hiện đang là một cách tiếp cận chính để thích ứng và tối ưu hóa.

Thuật giải tiến hóa và phương pháp dựa trên tập các cá thể là đơn giản, song song, có mục đích chung, các phương pháp tối ưu hóa toàn cục. Chúng hữu ích cho bất kỳ vấn đề tối ưu hóa nào, đặc biệt là khi các kỹ thuật tối ưu dựa trên phép tính thường rất khó triển khai hoặc không thể áp dụng. Thuật giải tiến hóa có thể giải quyết một cách đáng tin cậy các vấn đề khó nhanh chóng, phức tạp, đa phương thức... Các tiếp cận dễ dàng để lai ghép và có thể được giao tiếp trực tiếp với các mô phỏng và mô hình hiện có. Thuật giải tiến hóa luôn có thể đạt được mức gần tối ưu hoặc mức tối đa toàn cục, việc đó dựa trên thuật giải tiến hóa sở hữu việc song song đánh giá đồng thời nhiều điểm.

Một thuật toán áp dụng theo thuật giải tiến hóa có thể bao gồm một bộ tạo và chọn lọc quần thể, một mô hình sinh sản, việc tái tổ hợp, đột biến và chọn lọc. Các cá thể trong một quần thể cạnh tranh và trao đổi thông tin với nhau.

Về mặt sinh học việc trao đổi chéo và đột biến được coi là độc lực của việc tiến hóa. Việc trao đổi chéo xảy ra khi hai nhiễm sắc thể bố mẹ tách nhau ra và nối với nhau không cùng một thứ tự ban đầu. Việc đột biến sinh ra với khả năng rất nhỏ, đây có thể tính là xảy ra lỗi sao chép vật chất di truyền trong quá trình phân chia tế bào và do sự tác động đến từ môi trường bên ngoài. Mặc dù phần lớn các đột biến không có tác dụng thật sự, nhưng một số nó có thể tạo ra một sinh vật mới tốt hoặc xấu hơn so với nhưng sinh vật không đột biến cùng loài.

Quần thể ban đầu thường được tạo ra một cách ngẫu nhiên, trong khi quần thể của các thế hệ khác được tạo ra từ một số quy trình chọn lọc / sinh sản. Quá trình tìm kiếm của thuật giải tiến hóa sẽ kết thúc khi một tiêu chí kết thúc được đáp ứng. Nếu không, một thế hệ mới sẽ được tạo ra và quá trình tìm kiếm vẫn tiếp tục. Tiêu chuẩn kết thúc có thể được chọn là số thế hệ tối đa, hoặc sự hội tụ của các kiểu gen của các cá thể. Sự hội tụ của các kiểu gen xảy ra khi tất cả các giá trị ở cùng vị trí của tất cả các chuỗi

là giống nhau và sự trao đổi chéo không có tác dụng đối với các quá trình tiếp theo. Sự hội tụ kiểu hình mà không có sự hội tụ kiểu gen cũng có thể xảy ra. Đối với một hệ thống nhất định, các giá trị mục tiêu bắt buộc phải được ánh xạ thành các giá trị phù hợp để miền của chức năng phù hợp luôn lớn hơn.

Thuật giải tiến hóa là tìm kiếm toàn cục ngẫu nhiên được định hướng. Thuật giải này sử dụng một chiến lược tìm kiếm song song có cấu trúc, nhưng được cắt giảm để phù hợp hơn, thiên về việc củng cố các điểm tìm kiếm có mức độ phù hợp cao. Hàm đánh giá phải được tính toán cho tất cả các số riêng lẻ của tập hợp, do đó dẫn đến việc tính toán tính toán được thực hiện liên tục ở mật độ cao. Chi phí so sánh cao có thể được giảm bớt bằng cách đưa việc học vào thuật giải tiến hóa, tùy thuộc vào kiến thức trước đó về một vấn đề tối ưu hóa nhất định.

2.3 Một số thuật ngữ trong thuật giải tiến hóa.

2.3.1 Quần thể

Đây là một tập hợp của các cá thể trong một thể hệ được gọi là quần thể $P(t) = \{x_1, x_2, \dots, x_i, x_{i+1}, \dots, x_n\}$, x_i là thể hiện cá thể thứ i nằm trong quần thể.

2.3.2 Nhiễm sắc thể.

Mỗi cá thể x_i trong quần thể là một nhiễm sắc thể duy nhất. Nhiễm sắc thể đôi khi được coi là bộ gen, hay là một tập hợp các tham số xác định giải pháp cho vấn đề.

Về mặt sinh học, nhiễm sắc thể là một đoạn DNA dài, liên tục, chứa nhiều gen, các yếu tố điều hòa và các trình tự nucleotide xen kẽ. Các thành viên nam của một loài cụ thể cũng không có cùng số lượng nhiễm sắc thể.

Ví dụ, tế bào cơ thể người chứa 46 nhiễm sắc thể lưỡng bội, tức là một bộ 46 nhiễm sắc thể từ mẹ và một bộ 46 nhiễm sắc thể từ bố. Theo lý thuyết, một nhiễm sắc thể được sử dụng để mã hóa một sinh vật sinh học, tức là, để lưu trữ tất cả thông tin di truyền của một cá nhân.

2.3.3 Gen

Trong thuật giải tiến hóa, mỗi nhiễm sắc thể x bao gồm một chuỗi các yếu tố được gọi là gen, tức là $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ trong đó n là số gen trong một nhiễm sắc thể. Một gen thường được mã hóa bằng một chuỗi nhị phân hoặc một số thực.

Trong sinh học, gen là những thực thể mà bố mẹ truyền cho con cái trong quá trình sinh sản. Các thực thể này mã hóa thông tin cần thiết cho việc xây dựng và điều

chính các nguyên tử và các phân tử khác quyết định sự phát triển và hoạt động của sinh vật

CHƯƠNG 3: ÁP DỤNG GIẢI THUẬT TIỀN HÓA VÀO GIẢI BÀI TOÁN TỐI ƯU TRONG MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY.

3.1 Phương pháp đường đi ngẫu nhiên (Random Path Heuristic).

Trong bài báo cáo này, có lẽ đây là phương pháp đơn giản nhất được sử dụng để tìm một được đường đi xuyên qua rào chắn từ điểm xuất phát cho tới điểm kết thúc đi qua nhiều cảm biến nhất. Trong phương pháp này, một đường đi ngẫu nhiên sẽ được tạo theo một mô hình cụ thể. Mô hình này chỉ ra rằng, nút nằm trên con đường ngắn nhất để tới điểm kết thúc sẽ được chọn cùng với phần trăm của thời gian và nút ngẫu nhiên sẽ được chọn theo cách khác.

Việc chọn các nút nằm trên đường ngắn nhất nhằm gia tăng cơ hội chúng ta đi đến đích trước thời gian cho phép. Các nút ngẫu nhiên được chọn để con đường được tạo ra khác so với đường đi ngắn nhất, nhằm tiếp xúc nhiều hơn với các cảm biến đặt trong mạng.

Nếu việc chọn một nút ngẫu nhiên là cho đường đi từ điểm xuất phát tới đích quá dài. Nghĩa là nút ngẫu nhiên đó nằm ngoài hình elip được xác định bởi vị trí hiện tại, điểm kết thúc và thời gian còn lại để đi đến đích dẫn tới kết quả sẽ không tới được vị trí kết thúc đúng với thời gian cho trước. Trong trường hợp này, nút trên đường đi ngắn nhất sẽ được chọn để thay thế nút ngẫu nhiên đó.

Ưu điểm của Phương pháp này là nó không dựa vào loại hình mạng cũng như mô hình phơi sáng, do đó nó có thể dễ dàng thực hiện và tốn ít chi phí. Nhược điểm của thuật toán này nằm ở hiệu suất của nó, tức là tổng số tiếp xúc cảm biến của đường đi thu được không thể đoán trước được.

Tóm lại, phương pháp này sẽ phù hợp trong trường hợp chúng ta cần tìm ra một đường đi nhanh cùng với chi phí thấp.

3.2 Phương pháp đường đi ngắn nhất (Shortest Path Heuristic)

Mục tiêu của phương pháp này là đưa ra được đường đi ngắn nhất từ điểm xuất phát cho tới điểm kết thúc là đường có tiếp xúc với cảm biến là cực đại. Để đạt được mức phơi sáng tối đa trên con đường này, chúng ta cần phải di chuyển với một vận tốc

tối đa và dừng lại ở một điểm có giá trị độ phơi sáng cao nhất dọc theo suốt quãng đường và sẽ tới đích đúng thời hạn cho trước.

Cũng như phương pháp ngẫu nhiên, phương pháp đường đi ngắn nhất cũng rất dễ để thực hiện và nhìn một các tổng quan thì nó có hiệu suất và khả năng dự đoán tốt hơn so với phương pháp ngẫu nhiên, mặc dù cả hai đưa ra kết quả không được tốt.

Phương pháp đường đi ngắn nhất đòi hỏi cần có nền tảng kiến thức nhất định về mạng cảm biến, ví dụ là tính ra được đường đi ngắn nhất từ điểm xuất phát tới đích và nó cũng khác nhau với từng mô hình phơi sáng.

Giải pháp này chú trọng tới việc tìm ra đường đi ngắn nhất, tuy nhiên việc đó cũng khiến cho nó trở nên không đưa ra được con đường ngắn nhất để tiếp xúc được với các cảm biến với mức độ tiếp xúc cao hơn. Ví dụ như trong trường hợp điểm xuất phát và đích đến có khoảng cách khá gần nhau và cả hai đều nằm trong vùng có độ tiếp xúc thấp thì phương pháp này sẽ đưa ra giải pháp kém chất lượng.

3.3 Phương pháp điểm tốt nhất (Best Point Heuristic)

Với phương pháp đường đi ngắn nhất đến một điểm không nhất thiết đem lại mức độ bao phủ tốt nhất thì chúng ta có thể thấy được có xuất hiện các giải pháp kém ở trong một số trường hợp. Vì vậy, trong phương pháp tìm điểm tốt nhất chúng ta trồng một lưới lên hình elip xác định trong không gian tìm kiếm, sau đó sẽ tìm ra đường đi ngắn nhất đến mỗi điểm ở trên lưới từ điểm xuất phát cho tới đích đến. Tiếp theo đó cần tính toán tổng độ phơi sáng của đường đi được kết hợp với hai con đường ngắn nhất có chung một điểm nằm trên lưới, nơi dừng lại là điểm có độ phơi sáng cao nhất nếu còn thời gian. Đường đi nào đem lại tổng độ phơi sáng tốt nhất sẽ được đưa ra là đường phơi sáng tối ưu.

Chúng ta có thể thấy rõ ràng rằng, chất lượng của phương pháp này nằm ở độ chi tiết của lưới và gần như nó sẽ tốt hơn hai phương pháp nêu ở bên trên. Việc sử dụng đường đi ngắn nhất để nối từ điểm xuất phát cho tới điểm kết thúc với điểm nằm trên lưới đảm bảo rằng lượng thời gian lớn nhất dành cho điểm đó nhằm mục đích tối đa hóa năng lượng. Tuy nhiên, so với hai phương pháp trên, phương pháp này sẽ tốn kém hơn về mặt tính toán, vì nó phải tính toán độ phơi sáng dọc theo tất cả các đường nối các điểm bắt đầu với điểm đích và mỗi điểm nằm trên lưới

3.4 Phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh (Adjusted Best Point Heuristic)

Phương pháp điểm tốt nhất không thể đảm bảo được chất lượng vì nó giả định rằng đường phoi sáng tối ưu bao gồm hai đường ngắn nhất. Phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh sẽ cải thiện điều này bằng cách xem xét các đường dẫn bao gồm nhiều đường đi ngắn nhất.

Đối với một đường dẫn đã cho trên một chuỗi các nút mà mỗi nút liên kế được nối với nhau bằng đường đi ngắn nhất, chúng ta sẽ sử dụng ba hành động cơ bản để điều chỉnh đường đi: di chuyển một nút, thêm một nút và xóa một nút.

Di chuyển một nút là thay đổi vị trí của nút trong khi vẫn bảo toàn thứ tự của nó trong chuỗi các nút và đường đi ngắn nhất giữa nút này và hai nút liên kế của nó cũng được thay đổi tương ứng. Phần còn lại của đường đi không thay đổi.

Mỗi nút trong đường đi ban đầu sẽ được coi là một nút tiềm năng để di chuyển. Vị trí nơi mà một nút được di chuyển sẽ được chọn từ một điểm trên lưới lân cận của nó với các giá trị phoi sáng cao hơn.

Một cặp nút liên kế được chọn và nút mới sẽ được thêm vào giữa chúng. Đường đi ngắn nhất giữa hai nút trước đó sẽ được thay thế bằng đường đi ngắn nhất nối từ hai điểm đó với hai điểm tương ứng. Để làm cho đơn giản hóa thuật toán, chúng ta coi các điểm nằm trên lưới lân cận với hai điểm trên là ứng cử viên cho nút được thêm vào. Lúc này ta sẽ chọn nút có giá trị phoi sáng cao nhất.

Hành động xóa một nút liên quan đến việc xóa nút đã chọn và hai đường dẫn ngắn nhất đến hai nút liên kế của nó. Để xác định được có nên xóa nút khỏi đường dẫn hay không, chúng ta sẽ đánh giá mức độ phoi sáng trước và sau khi xóa xem việc này có đem lại bất kỳ lợi ích nào không. Chúng ta có thể tính toán lại độ phoi sáng một cách hiệu quả bằng các tính độ phoi sáng theo ba đường đi ngắn nhất bao gồm: hai đường kết nối nút ứng viên với các nút lân cận của nó và một nút sẽ được thêm vào để kết nối tới hai nút liên kế đó.

Ba hành động trên sẽ được thực hiện lặp đi lặp lại cho đến khi đường đi không thể cải thiện được nữa. Ưu điểm của phương pháp này là sẽ đưa ra được giải pháp tốt nhất, nhưng bù lại với nó là chi phí thời gian tính toán lại gia tăng.

3.5 Thuật toán tối ưu bầy đàn (Particle Swarm Optimization – PSO).

Khác với những phương pháp bên trên, thuật toán PSO là phương pháp tìm kiếm toàn cục, thuật toán này thiên về việc tương tác giữa các cá thể trong quần thể để đưa ra khảo sát không gian tìm kiếm dựa trên việc tìm kiếm thức ăn của đàn chim. Sau một khoảng thời gian nhất định, các cá thể trong quần thể sẽ báo lại lượng thức ăn mà cá thể đó kiếm được, sau đó các cá thể trong quần thể sẽ bay tới nơi có thức ăn nhiều nhất. Trong bài toán tìm kiếm tìm đường đi có độ bao phủ lớn nhất, lượng thức ăn kiếm được chính là độ bao phủ mà cá thể đó thu thập được trong quá trình di chuyển của mình. Các cá thể trong quần thể sẽ bắt đầu từ điểm cho trước và mục tiêu là tới được điểm đích trong thời gian cho phép. Trong mỗi thế hệ, mỗi cá thể sẽ được cập nhật vận tốc dựa trên giá trị tốt nhất của toàn quần thể. Quá trình tìm kiếm sẽ dừng lại khi đã quá số thế hệ đặt ra ban đầu hoặc đã tìm ra được phương án tối ưu.

*Công thức tính vận tốc và vị trí:

$$v_i^{k+1} = w \cdot v_i^k + c_1 \cdot rand_1 \cdot (Pbest_i - x_i^k) + c_2 \cdot rand_2 \cdot (Gbest_i - x_i^k)$$

$$x_i^{k+1} = x_i^k + v_i^{k+1}$$

Trong đó:

x_i^k : Vị trí cá thể thứ i tại thế hệ thứ k.

v_i^k : Vận tốc cá thể i tại thế hệ thứ k.

x_i^{k+1} : Vị trí cá thể thứ i tại thế hệ thứ k + 1.

v_i^{k+1} : Vận tốc cá thể i tại thế hệ thứ k + 1.

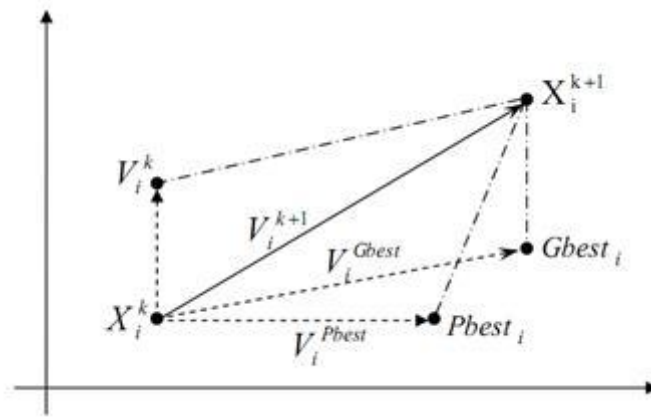
$Pbest_i$: Vị trí tốt nhất của cá thể thứ i

$Gbest_i$: Vị trí tốt nhất của cá thể trong quần thể.

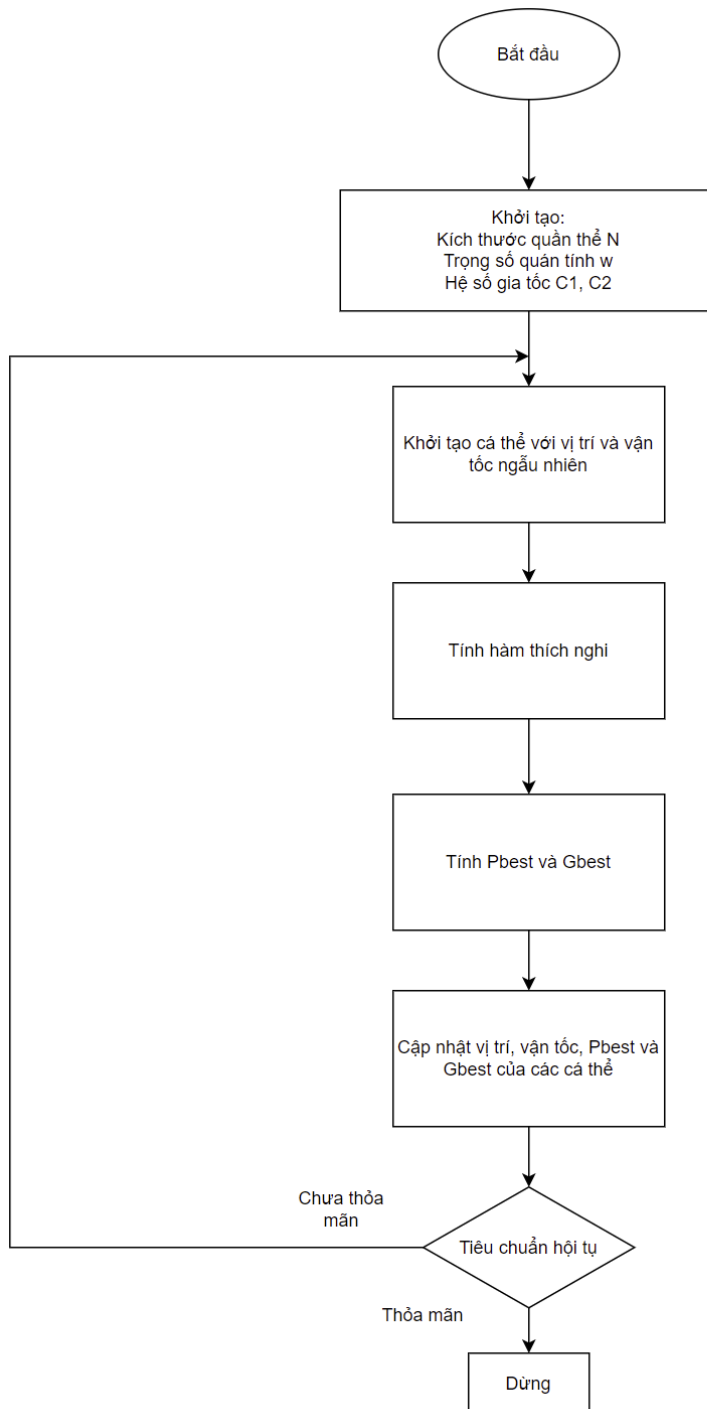
w: là trọng số quán tính.

c_1, c_2 : các hệ số gia tốc.

$rand_1, rand_2$: số ngẫu nhiên giữa 0 và 1.



Hình 3.1 Biểu diễn cập nhật một cá thể.



Hình 3.2 Lưu đồ thuật toán PSO

CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Trong chương này sẽ trình bày các kết quả thực nghiệm dựa trên các thuật toán đã đưa ra bên trên. Các thực nghiệm đều thực hiện trên cùng một bộ dữ liệu được sinh ra một cách ngẫu nhiên. Cấu trúc của chương này được chia ra như sau:

- Cài đặt hệ thống và cài đặt dữ liệu
- Kết quả thực nghiệm của phương pháp đường đi ngẫu nhiên.
- Kết quả thực nghiệm của phương pháp đường đi ngắn nhất.
- Kết quả thực nghiệm của phương pháp điểm tốt nhất.
- Kết quả thực nghiệm của phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh.
- Kết quả thực nghiệm của thuật toán tối ưu bầy đàn.

4.1 Cài đặt hệ thống và cài đặt dữ liệu.

Tất cả thực nghiệm được tiến hành trên hệ điều hành Windows 10 Pro, cùng với bộ vi xử lý Intel Core i7-6820HQ, bộ nhớ ram 32GB. Ngôn ngữ lập trình sử dụng là Java phiên bản 8.

Vùng cảm biến được thực nghiệm được biểu diễn như là hình vuông với cạnh có độ dài là 100m. Các cảm biến được triển khai một cách ngẫu nhiên trên vùng đã định sẵn. Bộ dữ liệu sẽ có bao gồm: 10, 20, 50 cảm biến được sinh ra. Tương ứng với số lượng cảm biến sẽ sinh ra thêm 3 bộ giá trị ngẫu nhiên. Các tham số chung của các bộ dữ liệu như sau:

Bảng 4.1 Giá trị tham số chung

Tham số	Giá trị
Chiều dài	100
Chiều rộng	100
Bán kính tối đa	7
Tốc độ tối đa	5
Độ bao phủ tối đa	5,10,25
Thời gian tối đa	100
Độ dài đường đi ngắn nhất	500

Dưới đây sẽ là thông tin chi tiết về các bộ dữ liệu, với các thông số bao gồm vị trí, bán kính của cảm biến, điểm bắt đầu, điểm kết thúc:

*Dữ liệu bộ 10 cảm biến số 1:

Bảng 4.2 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 10_1

Tên	Vị trí	
	Tọa độ X	Tọa độ Y
Điểm bắt đầu	60.5	0.0
Điểm kết thúc	21.5	100.0

Bảng 4.3 Dữ liệu của cảm biến bộ 10_1

STT	Vị trí		Bán kính
	Tọa độ X	Tọa độ Y	
1	35.049	26.85	2.5
2	16.901	15.586	2.0
3	79.838	74.807	1.2
4	71.38	47.367	6.0
5	44.251	60.71	5.0
6	12.035	59.887	5.0
7	61.117	99.216	2.5
8	86.238	63.993	6.0
9	10.652	32.873	1.2
10	31.528	23.142	2.0

*Dữ liệu bộ 10 cảm biến số 2:

Bảng 4.4 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 10_2

Tên	Vị trí	
	Tọa độ X	Tọa độ Y
Điểm bắt đầu	77.0	0.0
Điểm kết thúc	20.5	100.0

Bảng 4.5 Dữ liệu của cảm biến bộ 10_2

STT	Vị trí		Bán kính
	Tọa độ X	Tọa độ Y	

1	26.89	76.856	2.5
2	76.523	44.486	1.2
3	65.272	11.595	2.0
4	32.557	49.323	2.0
5	83.165	67.031	1.2
6	63.836	3.822	5.0
7	39.853	61.378	6.0
8	70.164	54.052	1.2
9	38.512	55.967	5.0
10	63.033	3.395	2.0

*Dữ liệu bộ 10 cảm biến số 3:

Bảng 4.6 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 10_3

Tên	Vị trí	
	Tọa độ X	Tọa độ Y
Điểm bắt đầu	74.5	0.0
Điểm kết thúc	36.5	100.0

Bảng 4.7 Dữ liệu của cảm biến bộ 10_3

STT	Vị trí		Bán kính
	Tọa độ X	Tọa độ Y	
1	82.664	37.156	5.0
2	88.79	3.243	1.0
3	0.495	60.936	2.0
4	70.711	58.763	2.5
5	57.02	92.485	2.5
6	7.713	32.522	1.2
7	81.357	97.766	5.0
8	96.755	86.832	2.5
9	97.701	35.734	1.0
10	95.065	50.098	1.0

*Dữ liệu bộ 20 cảm biến số 1:

Bảng 4.8 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 20_1

Tên	Vị trí	
	Tọa độ X	Tọa độ Y
Điểm bắt đầu	5.5	0.0
Điểm kết thúc	61.0	100.0

Bảng 4.9 Dữ liệu của cảm biến bộ 20_1

STT	Vị trí		Bán kính
	Tọa độ X	Tọa độ Y	
1	88.528	41.11	5.0
2	42.514	54.098	5.0
3	33.445	46.404	1.0
4	10.039	20.365	1.0
5	65.468	43.755	1.0
6	67.28	50.749	2.0
7	7.096	75.955	6.0
8	66.881	92.155	5.0
9	28.828	90.55	2.0
10	3.71	51.053	6.0
11	40.375	97.43	1.0
12	89.659	60.248	2.5
13	93.762	24.937	2.0
14	83.269	1.708	6.0
15	42.222	3.211	2.0
16	44.453	54.457	2.5
17	12.531	96.641	2.5
18	91.97	7.622	1.2
19	49.815	38.964	2.0
20	42.779	71.125	2.5

*Dữ liệu bộ 20 cảm biến số 2:

Bảng 4.10 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 20_2

Tên	Vị trí	
	Tọa độ X	Tọa độ Y
Điểm bắt đầu	24.0	0.0
Điểm kết thúc	34.0	100.0

Bảng 4.11 Dữ liệu của cảm biến bộ 20_2

STT	Vị trí		Bán kính
	Tọa độ X	Tọa độ Y	
1	77.326	36.869	2.5
2	87.673	79.132	1.2
3	90.455	87.792	5.0
4	99.411	18.243	5.0
5	37.012	38.64	2.0
6	47.555	80.219	1.2
7	61.428	71.803	1.0
8	6.976	88.326	1.0
9	2.657	17.937	1.2
10	86.29	49.978	2.5
11	48.742	57.495	1.0
12	59.524	12.123	1.2
13	60.604	46.033	1.2
14	51.636	31.798	6.0
15	37.918	70.435	1.2
16	43.323	46.278	1.0
17	23.861	3.843	6.0
18	13.207	17.487	1.2
19	53.527	82.342	5.0
20	52.96	82.917	2.5

*Dữ liệu bộ 20 cảm biến số 3:

Bảng 4.12 Dữ liệu điểm bắt đầu và kết thúc bộ 20_3

Tên	Vị trí	
	Tọa độ X	Tọa độ Y
Điểm bắt đầu	70.5	0.0
Điểm kết thúc	96.0	100.0

Bảng 4.13 Dữ liệu của cảm biến bộ 20_3

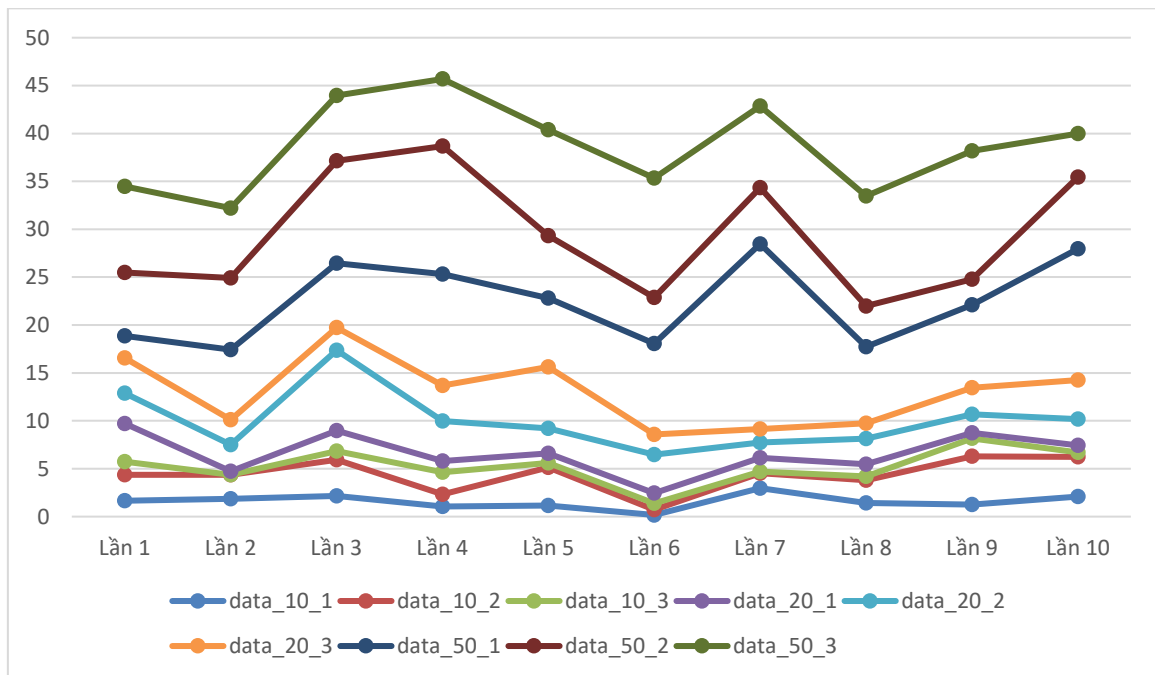
STT	Vị trí		Bán kính
	Tọa độ X	Tọa độ Y	
1	40.014	35.888	1.2
2	46.479	22.871	1.2
3	85.232	69.993	2.0
4	63.946	61.633	1.2
5	38.159	21.749	1.2
6	37.278	43.75	1.2
7	78.786	49.257	2.0
8	78.484	40.477	5.0
9	30.535	33.575	6.0
10	28.837	14.442	1.2
11	44.624	85.631	1.0
12	59.455	98.558	1.0
13	84.004	68.911	5.0
14	50.357	42.925	1.2
15	59.154	96.817	1.2
16	92.328	82.654	6.0
17	82.067	98.895	5.0
18	41.666	47.732	1.2
19	27.365	1.918	1.0
20	32.099	8.237	6.0

Tương tự như những bộ bên trên với bộ có 50 cảm biến cũng bao gồm 3 bộ nhỏ với dữ liệu được sinh ra một cách ngẫu nhiên. Tên các bộ dữ liệu sẽ được đặt theo định dạng sau: data_số cảm biến_bộ số x, ví dụ: data_10_1.

4.2 Phân tích kết quả thực nghiệm.

4.2.1 Kết quả thực nghiệm của phương pháp đường đi ngẫu nhiên.

Trong lần thực nghiệm này, mỗi bộ dữ liệu sẽ được chạy lặp lại 10 lần đối với mỗi bộ dữ liệu, lý do cần phải thực hiện lặp lại là vì đây là phương pháp ngẫu nhiên, nên chúng ta cần lặp lại để xác định được thuật toán của chúng ta đang đi đúng hướng. Kết quả của cuộc thực nghiệm được mô tả chi tiết ở hình sau:



Hình 4.1 Biểu đồ thể hiện kết quả thực nghiệm trên sáu bộ dữ liệu mẫu.

Nhìn vào biểu đồ ta có thể thấy được sự không ổn định trong việc tìm đường đi độ bao phủ lớn nhất. Độ biến thiên của kết quả đầu ra khá là lớn, vì vậy kết quả của phương pháp này không hoàn toàn là kết quả tốt nhất mà chúng có thể tạo ra.

4.2.2 Kết quả thực nghiệm của phương pháp đường đi ngắn nhất.

Ở lần thực nghiệm này, kết quả trả ra sẽ chỉ có một đường duy nhất, vì vậy độ bao phủ của nó là hằng số, kết quả được thể hiện ở bảng sau đây:

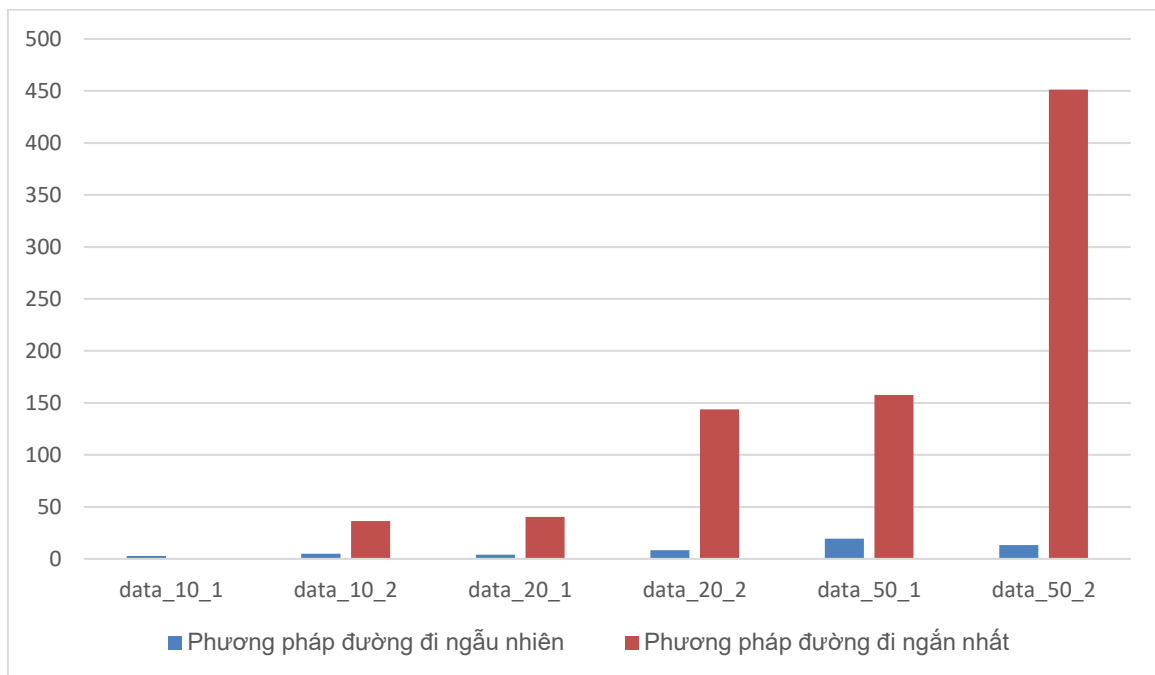
Bảng 4.14 Kết quả thực nghiệm dựa trên phương pháp đường đi ngắn nhất

Tên bộ dữ liệu	Độ bao phủ đạt được
data_10_1	0.00

data_10_2	36.36
data_10_3	0.00
data_20_1	40.47
data_20_2	143.72
data_20_3	101.85
data_50_1	157.56
data_50_2	451.17
data_50_3	42.27

Bảng kết quả trên cho ta thấy được một vài trường hợp tệ nhất khi sử dụng phương pháp đường đi ngắn nhất.

Dưới đây là biểu đồ so sánh kết quả lớn nhất mà phương pháp ngẫu nhiên đạt được so với kết quả của phương pháp đường ngắn nhất:



Hình 4.2 Biểu đồ so sánh giữa hai phương pháp ngẫu nhiên và đường ngắn nhất.

Dựa vào biểu đồ ta thấy sự khác biệt lớn về kết quả đạt được, độ chính xác mà phương pháp đường ngắn nhất đem lại đang lớn hơn rất nhiều so với phương pháp ngẫu nhiên đem lại.

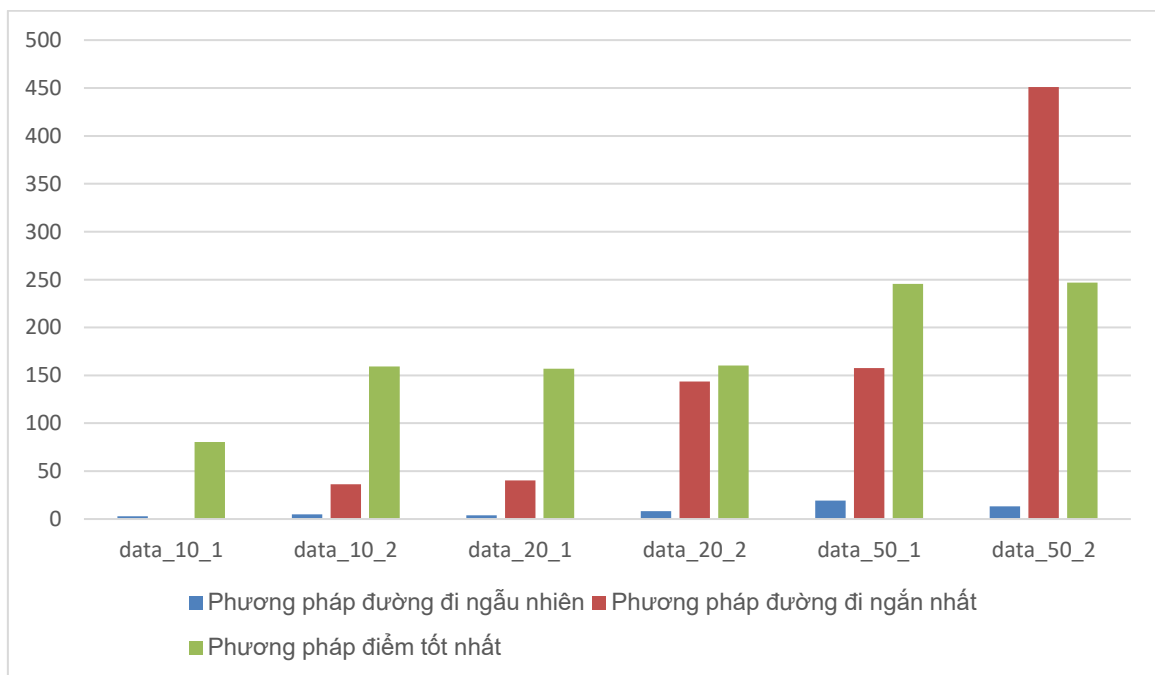
4.2.3 Kết quả thực nghiệm của phương pháp điểm tốt nhất.

Tương tự như phương pháp đường ngắn nhất, kết quả của phương pháp điểm tốt nhất cũng sẽ chỉ tồn tại duy nhất một đáp án tốt nhất, kết quả khảo nghiệm được trình bày dưới bảng sau:

Bảng 4.15 Kết quả thực nghiệm dựa trên phương pháp điểm tốt nhất

Tên bộ dữ liệu	Độ bao phủ đạt được
data_10_1	80.53
data_10_2	159.44
data_10_3	79.69
data_20_1	157.12
data_20_2	160.37
data_20_3	166.16
data_50_1	245.59
data_50_2	246.85
data_50_3	242.97

Dưới đây là biểu đồ để so sánh kết quả thu được từ ba phương pháp đã thực nghiệm bao gồm: phương pháp đường đi ngẫu nhiên, phương pháp đường đi ngắn nhất và phương pháp điểm tốt nhất:

**Hình 4.3 Biểu đồ so sánh giữa ba phương pháp ngẫu nhiên, đường ngắn nhất và điểm tốt nhất**

Nhìn vào biểu đồ ta thấy được kết quả đã được cải thiện hơn so với hai phương pháp còn lại. So với phương pháp đường ngắn nhất, kết quả mà phương pháp điểm tốt nhất đã cải thiện được có thể đạt tới hơn hai lần, tuy nhiên thời gian để tìm ra cũng đã tăng lên khá đáng kể.

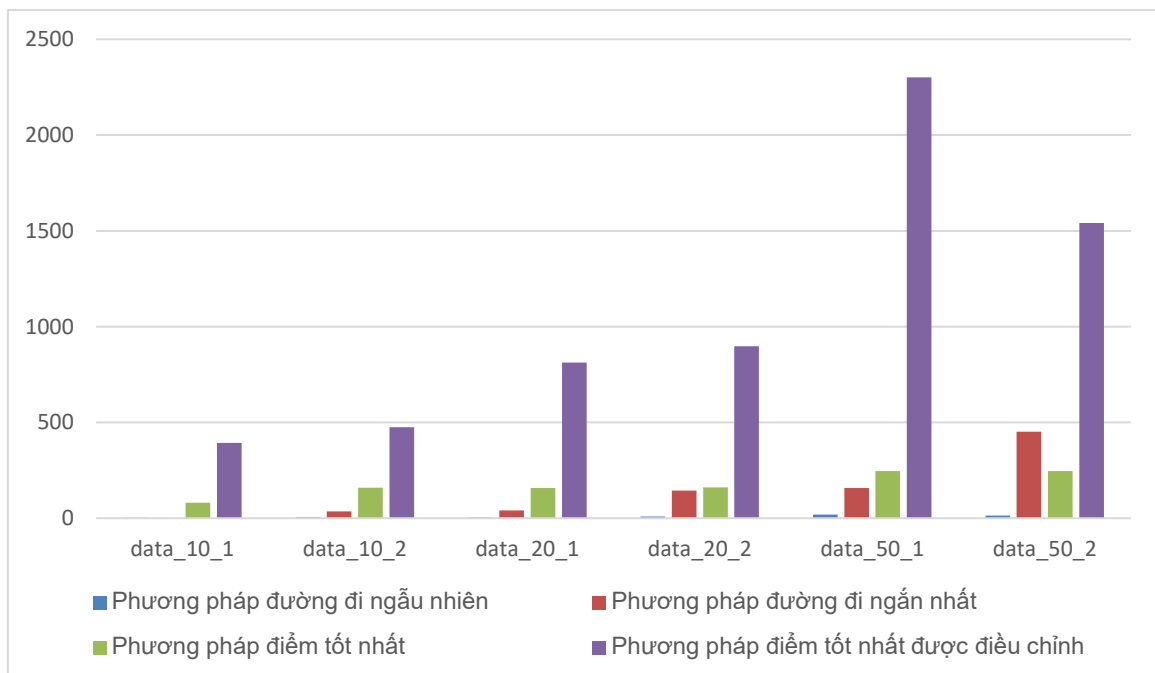
4.2.4 Kết quả thực nghiệm của phương pháp điểm tốt nhất đã được điều chỉnh.

Dưới đây là kết quả thu được sau quá trình thực nghiệm phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh:

Bảng 4.16 Kết quả thực nghiệm dựa trên phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh

Tên bộ dữ liệu	Độ bao phủ đạt được
data_10_1	393.87
data_10_2	475.31
data_10_3	394.23
data_20_1	813.02
data_20_2	897.98
data_20_3	851.12
data_50_1	2302.04
data_50_2	1541.11
data_50_3	1946.27

Dưới đây sẽ là bảng so sánh kết quả giữa bốn phương pháp bên đã thực nghiệm:



Hình 4.4 Biểu đồ so sánh kết quả bốn phương pháp

Dựa vào biểu đồ bên trên ta có thể thấy được kết quả mà phương pháp này đem lại vượt trội hơn hẳn so với ba phương pháp bên trên. Đây có thể coi như lời giải gần tốt nhất đối với những bộ dữ liệu mà ta thực nghiệm.

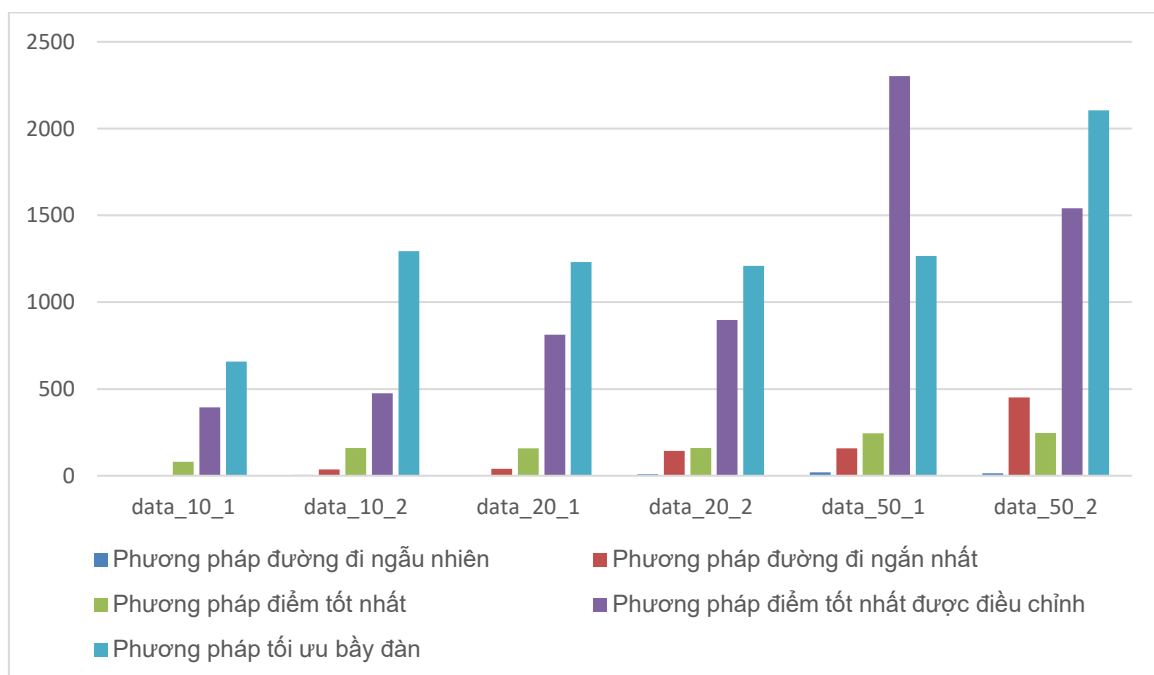
4.2.5 Kết quả thực nghiệm của thuật toán tối ưu bầy đàn.

Dưới đây là kết quả thực nghiệm của phương pháp tối ưu bầy đàn trên từng bộ dữ liệu cho trước:

Bảng 4.17 Kết quả thực nghiệm dựa trên thuật toán tối ưu bầy đàn

Tên bộ dữ liệu	Độ bao phủ đạt được
data_10_1	658.0447
data_10_2	1293.135
data_10_3	615.9905
data_20_1	1231.321
data_20_2	1208.632
data_20_3	1369.916
data_50_1	1267.239
data_50_2	2104.905
data_50_3	2347.558

Dưới đây sẽ là biểu đồ so sánh kết quả thực nghiệm giữa phương pháp điểm tốt nhất đã điều chỉnh, đây là kết quả thực nghiệm tốt nhất của phương pháp heuristic so với kết quả thực nghiệm dựa trên thuật toán tối ưu bầy đàn



Hình 4.5 Biểu đồ so sánh kết quả giữa thuật toán tối ưu bầy đàn và phương pháp điểm tốt nhất được điều chỉnh

Dựa vào biểu đồ ta có thể thấy được thuật toán tối ưu đã cải thiện được kết quả, tuy nhiên để có được kết quả tối ưu hơn, việc tìm kiếm và đưa ra kết quả sẽ tốn chi phí về thời gian lớn hơn. Nhưng cũng còn tồn tại một vài trường hợp chưa phải là kết quả tối ưu nhất.

KẾT LUẬN

5.1 Kết quả đạt được.

Các đóng góp của đồ án này như sau:

- Phát biểu bài toán tìm đường đi có độ bao phủ lớn nhất.
- Đưa ra được bốn phương pháp để tìm ra đường đi có độ bao phủ lớn nhất.
- Đưa ra được thuật toán tìm kiếm bầy đàn để giải quyết bài toán tìm đường đi có độ bao phủ lớn nhất
- Đưa ra được kết quả thực nghiệm của từng phương pháp.
- Phân tích và so sánh kết quả thực nghiệm của từng phương pháp.

Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại một vài thiếu sót về kiến thức trong đồ án:

- Các phương pháp đưa ra còn kém về mặt thời gian thực thi nếu đầu vào là một số N có giá trị lớn.
- Chương trình thực thi còn thô sơ chưa đem lại cảm giác gần gũi cho người sử dụng.

5.2 Hướng phát triển tương lai.

Đồ án này đã giải quyết được một phần nhỏ trong lớp bài toán đánh giá rào chắn. Chủ yếu là giải quyết được bài toán tìm ra đường đi có độ bao phủ lớn nhất, việc này có thể đưa ra để áp dụng vào thực tế trong việc sạc năng lượng một con rô-bốt dựa vào các cảm biến được triển khai ban đầu. Vì vậy trong tương lai, tác giả sẽ tiếp tục phát triển các phương pháp trên để đạt được kết quả tốt hơn và kết hợp khắc phục nhược điểm còn tồn trong chương trình thực thi hiện tại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] “*Thuật toán xấp xỉ tìm kiếm hàng rào chắn bao phủ $(k-\omega)$ trong mạng cảm biến đa phương tiện*” – Chu Minh Thắng.
- [2] Ke-Lin Du & M.N.S.Swamy “*Search and Optimization by Metaheuristic Techniques an Algorithms Inspired by nature*”