



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053021

(51)<sup>2022.01</sup> F41G 7/00; G01S 13/00; F41G 3/00

(13) B

(21) 1-2017-03373

(22) 30/08/2017

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/05/2018 362A

(73) Tập đoàn Viễn thông Quân đội (VN)

Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, Thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Thị Lê Trang (VN); Bùi Quốc Trung (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP TÌM QUỸ TÍCH CÁC ĐIỂM TỐI ƯU QUANH MỤC TIÊU BẢO VỆ

(21) 1-2017-03373

(57) Phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ giúp xác định vị trí địa lý cho một nhóm đơn vị bảo vệ và kế hoạch tương tác, số lần tương tác giữa của mỗi đơn vị bảo vệ tới mỗi tập mục tiêu bay, cố gắng duy trì sự ổn định của một khu vực trọng yếu trước sự hoạt động của các tập mục tiêu bay hay tối ưu hiệu quả bảo vệ của các đơn vị bảo vệ. Phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ bao gồm các bước, bước 1: tiếp nhận và xử lý thông tin ban đầu; bước 2: điều chỉnh vị trí cặp đơn vị bảo vệ; bước 3: tính toán kế hoạch tương tác; bước 4: lựa chọn và lưu giữ quỹ tích tối ưu; bước 5: xác định kết quả vị trí tối ưu; bước 6: thay đổi tập hợp vị trí địa lý tiềm năng; bước 7: cập nhật số vòng lặp.



Hình 1

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ. Cụ thể, phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ được nhắc đến trong sáng chế sử dụng phương pháp tìm kiếm cục bộ kết hợp phương pháp tìm kiếm tabu để tìm ra quỹ tích các điểm tối ưu trong thời gian tính toán ngắn.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Hiện nay, chưa có phương pháp nào được đề xuất để xác định chính xác quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ, mà chỉ có hai phương pháp xác định gần đúng các vị trí tối ưu này. Hai phương pháp này là phương pháp ma trận và phương pháp hình giải tích. Có hai yếu tố quyết định tới việc tìm kiếm vị trí tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ là góc bảo vệ và độ sâu vùng tương tác.

Tuy nhiên, phương pháp ma trận chỉ quan tâm tới góc bảo vệ mà bỏ qua độ sâu vùng tương tác; trong khi đó, phương pháp hình giải tích chỉ chú trọng vào độ sâu vùng tương tác mà không quan tâm tới góc bảo vệ. Ngoài ra, hai phương pháp trên còn tồn tại hai nhược điểm lớn sau:

Cả hai phương pháp trên sẽ xác định được một vùng vành khăn có thể đặt được các đơn vị bảo vệ, trong khi đó yêu cầu đặt ra là tìm vị trí chính xác cho các đơn vị bảo vệ;

Cả hai phương pháp trên chưa chỉ ra kế hoạch tương tác cho các đơn vị bảo vệ.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là đề xuất một phương pháp xác định được quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ cụ thể: sáng chế đề xuất phương pháp để tìm ra các vị trí địa lý cho một nhóm đơn vị bảo vệ và kế hoạch tương tác (số lần tương tác giữa của mỗi đơn vị bảo vệ tới mỗi tổp mục tiêu bay) cố gắng duy trì sự ổn định của một khu vực trọng yếu trước sự hoạt động của các tổp mục tiêu bay hay tối ưu hiệu quả bảo vệ của các đơn vị bảo vệ.

Trong sáng chế này, phương pháp được đề xuất sử dụng cả hai yếu tố góc bảo vệ và độ sâu vùng tương tác thông qua số lần tương tác tối đa của một đơn vị bảo vệ đặt tại một vị trí tới một tổp mục tiêu bay. Phương pháp của sáng chế sử dụng tìm kiếm cục

bộ kết hợp và tìm kiếm tabu để tìm ra quỹ tích các điểm tối ưu trong thời gian tính toán ngắn.

Để đạt được mục đích trên, phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ bao gồm bảy bước. Cụ thể, bước 1: tiếp nhận và xử lý thông tin ban đầu; bước 2: điều chỉnh vị trí cặp đơn vị bảo vệ; bước 3: tính kế hoạch tương tác; bước 4: lựa chọn và lưu giữ quỹ tích tối ưu; bước 5: xác định kết quả vị trí tối ưu; bước 6: thay đổi tập hợp vị trí địa lý tiềm năng; bước 7: cập nhật số vòng lặp.

### Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: là hình vẽ minh họa các bước và tuần tự của các bước trong phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ cho vấn đề phân chia nhiệm vụ;

Hình 2: là hình vẽ minh họa ví dụ về một phương án triển khai của các tập mục tiêu bay;

Hình 3: là hình vẽ minh họa ví dụ đội hình bay của một tập mục tiêu bay;

Hình 4: là hình vẽ minh họa ví dụ về sự ảnh hưởng của vị trí đặt đơn vị bảo vệ lên khả năng tương tác của chúng.

### Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ được đề cập trong sáng chế dựa trên tìm kiếm cục bộ và tìm kiếm tabu. Các bước và trình tự thực hiện các bước của phương pháp này được mô tả trong Hình 1. Chi tiết các tính toán của từng bước trong phương pháp này sẽ được mô tả cụ thể dưới đây:

Bước 1: tiếp nhận và xử lý thông tin ban đầu.

Tại bước này, người dùng tiếp nhận thông tin vị trí của đơn vị cần được bảo vệ từ đó xác định tập hợp các đơn vị bảo vệ (B) tham gia vào duy trì sự ổn định của khu vực trọng yếu (O). Với mỗi đơn vị bảo vệ  $b \in B$ , tiến hành xác định số lần tương tác tối đa của  $b$  là  $m(b)$ . Với mỗi cặp đơn vị bảo vệ  $(b_i, b_j)$  ( $b_i, b_j \in B$ ), tính khoảng cách tối thiểu  $d(b_i, b_j)$  giữa  $b_i$  và  $b_j$  khi chúng được đặt ở hai vị trí khác nhau. Đồng thời, người dùng tiến hành quan sát trên bản đồ và xác định tập hợp các vị trí địa lý tiềm năng có thể đặt được các đơn vị bảo vệ (L). Tại đây mỗi cặp vị trí tiềm năng  $(l_i, l_j)$  ( $l_i, l_j \in L$ ), tiến hành đo khoảng cách địa lý  $d(l_i, l_j)$  giữa  $l_i$  và  $l_j$ .

Khi có mục tiêu bay tiếp cận khu vực trọng yếu B, thông qua camera quan sát hoặc các ra-đa/vệ tinh theo dõi, thông tin được chuyển tới người dùng. Tại đây, người

dùng xác định tập hợp tập các tập mục tiêu bay  $F$ . Với mỗi tập mục tiêu bay  $f \in F$ , tính toán lần lượt số lượng mục tiêu bay  $n(f)$  và trọng số của tập mục tiêu bay đó  $w(f)$ . Tham khảo Hình 2 minh họa các tập mục tiêu bay. Trong đó, trục hoành thể hiện hướng bay và trục tung mô tả độ cao của các tập mục tiêu bay. Trong một tập, vị trí của các mục tiêu bay cũng cần được thu thập. Vị trí của từng mục tiêu bay trong một tập được minh họa trong Hình 3.

Sau khi có được các thông tin ban đầu về vị trí đơn vị bảo vệ, vị trí tiềm năng và vị trí tập mục tiêu bay người dùng tiến hành tính số lần tương tác tối đa  $t(b, l, f)$  mà đơn vị  $b$  đặt tại vị trí  $l$  có thể tương tác tới tập mục tiêu bay  $f$  trong độ sâu vùng tương tác của đơn vị đó. Độ sâu vùng tương tác của một đơn vị bảo vệ là vùng mà đơn vị đó có khả năng tương tác với một tập mục tiêu bay trên đường bay của chúng. Tham chiếu Hình 4, khu vực trọng yếu được chú thích bằng hình chữ nhật với vùng nguy hiểm là đường tròn tâm  $O$  bán kính  $OX$  tương ứng với tập mục tiêu bay đến từ hướng  $AO$ . Độ sâu vùng tương tác của đơn vị  $B_1$  được xác định bởi đoạn  $CD$ , trong đó  $C$  là giao điểm của hướng  $AO$  với đường tròn tâm tại  $B_1$  bán kính  $B_1C$  (khoảng cách xa nhất mà đơn vị bảo vệ đặt tại  $B_1$  có thể tiến hành tương tác),  $D$  là giao điểm của hướng  $AO$  với đường tròn tâm tại  $O$  bán kính  $OX$  (tức vùng nguy hiểm). Tương tự, độ sâu vùng tương tác của đơn vị bảo vệ đặt tại  $B_2$  là đoạn  $BD$ . Số lần tương tác tối đa của một đơn vị tới một tập mục tiêu bay còn phụ thuộc vào đội hình, độ cao, đặc tính kỹ thuật của tập mục tiêu bay và đặc tính kỹ thuật của các đơn vị bảo vệ.

Trong sáng chế này, việc tính số lần tương tác tối đa  $t(b, l, f)$  phụ thuộc vào đơn vị bảo vệ  $b$  (khả năng tương tác với mục tiêu bay ở độ cao trong một khoảng nhất định, trong một hướng, thời gian giãn cách giữa các lần tương tác), vị trí đặt đơn vị bảo vệ và thông tin tập mục tiêu  $f$  (vận tốc, độ cao, hướng).

Trong sáng chế này, độ sâu vùng tương tác chính là độ dài đoạn đường mục tiêu bay bay trong vùng có khả năng tương tác của đơn vị bảo vệ mà chưa tiếp cận được vùng nguy hiểm (vùng tại đó mục tiêu bay có thể gây nguy hiểm cho đối tượng được bảo vệ), độ sâu ở đây có ý nghĩa khả năng bay sâu vào trong của mục tiêu bay để tiếp cận đối tượng được bảo vệ.

Tiếp tục tính toán giá trị số lần mục tiêu bay bị tương tác trúng trong tập mục tiêu bay  $e(b, l, f, t)$ .

Bước 2: điều chỉnh vị trí cặp đơn vị bảo vệ.

Hai đơn vị bảo vệ luôn được duy trì một khoảng cách tối thiểu như sau  $d(y_{b_i}, y_{b_j}) \geq d(b_i, b_j)$ ,  $\forall b_i \neq b_j, y_{b_i} \neq y_{b_j}$ , trong đó  $y_{b_i}$  và  $y_{b_j}$  ( $y_{b_i}, y_{b_j} \in L$ ), trong đó  $y_{b_i}$  và  $y_{b_j}$  ( $y_{b_i}, y_{b_j} \in L$ ) là vị trí địa lý của đơn vị bảo vệ  $b_i$  và  $b_j$ . Khi khoảng cách này không được đảm bảo, người dùng thao tác trên máy chủ để điều chỉnh vị trí của đơn vị bảo vệ, sao cho một trong hai đơn vị bảo vệ sẽ di chuyển sang một vị trí mới đáp ứng yêu cầu về khoảng cách tối thiểu.

Bước 3: tính toán kế hoạch tương tác.

Sau khi xác định được vị trí các cặp đơn vị bảo vệ tại bước 2, kết hợp với thông tin quỹ đạo của tập tốp mục tiêu bay F từ hệ thống quan sát và tiếp nhận thông tin, người dùng sử dụng phương pháp tìm kiếm cục bộ (là phương pháp xác định cách di chuyển từ một quỹ tích này tới một quỹ tích lân cận sao cho chất lượng của quỹ tích tốt hơn nhất có thể) để tính toán số lần tương tác của đơn vị bảo vệ đối với mục tiêu bay. Sao cho giới hạn số lần trong mỗi đơn vị bảo vệ thỏa mãn  $\sum x_{b,f} \leq m(b)$ ,  $\forall b \in B$  và  $f \in F$ ; giới hạn số lần tương tác từ một đơn vị tới một tốp mục tiêu bay đáp ứng  $x_{b,f} \leq t(b, f)$   $\forall b \in B$  và  $f \in F$ ; khoảng cách tối thiểu giữa hai đơn vị bảo vệ luôn đáp ứng  $d(y_{b_i}, y_{b_j}) \geq d(b_i, b_j)$ ,  $\forall b_i \neq b_j, y_{b_i} \neq y_{b_j}$ .

Sau khi tính toán, người dùng tiến hành so sánh hai quỹ tích bằng cách tính toán hiệu quả bảo vệ theo công thức sau, công thức này được xây dựng được sáng tạo ra tổng sáng chế này và chưa có trong các tài liệu đã biết:

$$\text{Max} \sum w(f) \frac{\text{Min} \sum_{b \in B, l \in L} e(b, l, f, x_{b,f}), n(f)}{n(f)}$$

Trong đó:

$w(f)$ : trọng số của tốp mục tiêu f, thể hiện khả năng gây nguy hiểm của tốp mục tiêu f với các đối tượng được bảo vệ;

$b$ : đơn vị bảo vệ;

$l$ : vị trí đặt đơn vị bảo vệ;

$x_{b,f}$ : số lần tương tác của đơn vị hỏa lực b với tốp mục tiêu bay f;

$e(b, l, f, x_{b,f})$ : số lần tốp mục tiêu bay f bị tương tác trúng bởi đơn vị hỏa lực bởi đơn vị hỏa lực b;

$n(f)$ : số mục tiêu bay trong tốp mục tiêu bay f.

Bước 4: lựa chọn và lưu giữ quỹ tích tối ưu.

Tại bước 2 và bước 3 các quỹ tích được khởi tạo, người dùng tiến hành lưu trữ lại các quỹ tích này. Đảm bảo luôn khởi tạo hai quỹ tích tối ưu: quỹ tích tốt nhất tìm được trong cả quá trình tìm kiếm và quỹ tích tốt nhất tìm được trong một vùng tìm kiếm.

Theo đó, quỹ tích có hiệu quả chiến đấu tối ưu sẽ được lựa chọn là giá trị lớn nhất theo công thức ở bước 3 với phương pháp giải bằng phần mềm giải quy hoạch nguyên Cplex trong hai giờ. Hiệu quả chiến đấu tối ưu tương ứng với vị trí để đặt các đơn vị bảo vệ. Hiệu quả bảo vệ là giá trị của công thức ở bước 3 sử dụng phương pháp tìm kiếm cục bộ kết hợp phương pháp tìm kiếm tabu để cho ra kết quả trong thời gian tính toán ngắn, so với thời gian tính toán ra hiệu quả chiến đấu tối ưu.

Bước 5: xác định kết quả vị trí tối ưu.

Tại hệ thống máy chủ thao tác, người dùng thiết lập câu lệnh để ngưng quá trình tìm kiếm khi đáp ứng một trong hai điều kiện: thứ nhất, tìm kiếm đã thực hiện đủ số vòng lặp đã xác định trước. Thứ hai, quỹ tích tìm được có hiệu quả bảo vệ bằng 1 (tất cả các mục tiêu bay trong tất cả các tập bị tương tác trúng). Khi câu lệnh tìm kiếm đã ngưng, thu được quỹ tích tối ưu. Đây là quỹ tích kết quả vị trí tối ưu cần tìm kiếm theo phương án của sáng chế đề xuất.

Trong trường hợp câu lệnh ngưng quá trình tìm kiếm không được đáp ứng, người dùng tiến hành lựa chọn một đơn vị bảo vệ và một vị trí mới cho đơn vị đó sao cho khi di chuyển đơn vị đó về vị trí mới thì hiệu quả bảo vệ tăng lên nhiều nhất.

Bước 6: thay đổi tập hợp vị trí địa lý tiềm năng.

Tại hệ thống máy chủ xử lý thông tin, nếu số vòng lặp để xác định quỹ tích tối ưu đã thực hiện là một bội số của một giá trị cho trước, người dùng thiết lập một câu lệnh mới để tự động chuyển quá trình tìm kiếm chuyển qua một tập hợp vị trí địa lý tiềm năng mới để tìm kiếm quỹ tích điểm tối ưu nhất. Quá trình chuyển sang tập hợp vị trí địa lý tiềm năng mới như sau: thực hiện bước 2, bước 3 và cập nhật quỹ tích tốt nhất trong một vùng tìm kiếm là quỹ tích vừa tính được sau khi thực hiện bước 2 và bước 3 theo bước 5.

Bước 7: cập nhật số vòng lặp.

Tăng giá trị số vòng lặp đã thực hiện lên 1 đơn vị và quay trở lại Bước 5.

Sáng chế được mô tả chi tiết bằng cách sử dụng phương án được mô tả ở trên. Tuy nhiên, rõ ràng là đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, sáng chế không bị giới hạn ở phương án được mô tả trong phần mô tả sáng chế. Sáng chế có thể

được thực hiện ở chế độ cải biến hoặc thay đổi mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ. Vì vậy, những gì được mô tả trong phần mô tả sáng chế chỉ nhằm mục đích minh họa, và sẽ không áp đặt bất kỳ giới hạn nào đối với sáng chế.

### Ví dụ thực hiện sáng chế

Để kiểm nghiệm phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ được đề cập trong sáng chế này, 15 ví dụ đã được sinh ngẫu nhiên. Mỗi một đơn vị bảo vệ có khả năng tương tác tối đa 12 lần. Với mỗi ví dụ, phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu được thực hiện 20 lần.

Kết quả thử nghiệm được đưa ra trong Bảng 1, trong đó  $|B|$ ,  $|L|$  và  $|F|$  tương ứng là số lượng đơn vị bảo vệ, số lượng vị trí có thể đặt các đơn vị bảo vệ và số lượng tổp mục tiêu bay; trong khi đó  $Min$ ,  $Avg$  và  $Max$  là giá trị nhỏ nhất, giá trị trung bình và giá trị lớn nhất của các giá trị thống kê trong 20 lần thực hiện phương pháp tìm quỹ tích.

Trong thực tế, một khu vực trọng yếu được bảo vệ bởi 4 đến 6 đơn vị bảo vệ và có từ 5 đến 8 tổp mục tiêu bay. Có thể dễ dàng nhận thấy trong bảng kết quả trên rằng các trường hợp có kích thước nhỏ (ví dụ 1 – 5), phương pháp của sáng chế trả về kết quả rất gần với giá trị tối ưu của vấn đề trong khoảng một vài giây tìm kiếm. Kết quả này thúc đẩy sáng chế tăng kích thước của vấn đề lên 10 đơn vị bảo vệ, 100 vị trí tiềm năng và 10 tổp mục tiêu bay. Kết quả tìm kiếm trong các trường hợp 6 – 15 trả về giá trị tốt nhất trong vòng 2 – 5 phút. Các giá trị của hàm mục tiêu thu được rất gần với giá trị tối ưu được giải bằng phần mềm giải quy hoạch nguyên Cplex với độ lệch dưới 5%.

Trong khi đó không phải lúc nào phần mềm giải quy hoạch nguyên cũng đưa ra quỹ tích tối ưu trong khoảng thời gian giới hạn là 2 giờ, chẳng hạn trong trường hợp 12 – 15. Những kết quả trên cho thấy phương pháp tìm quỹ tích mà sáng chế đề xuất hiệu quả và ổn định.

| Ví dụ |       |     |     | Tìm kiếm cục bộ |       |       |                     |        |        | Hiệu quả chiến<br>đấu tối ưu |
|-------|-------|-----|-----|-----------------|-------|-------|---------------------|--------|--------|------------------------------|
|       |       |     |     | Hiệu quả bảo vệ |       |       | Thời gian tính toán |        |        |                              |
| STT   | $ B $ | $L$ | $F$ | Min             | Avg   | Max   | Min                 | Avg    | Max    |                              |
| 1     | 7     | 38  | 8   | 0,717           | 0,717 | 0,717 | 5,890               | 6,620  | 7,870  | 0,717                        |
| 2     | 6     | 8   | 5   | 0,890           | 0,900 | 0,922 | 0,450               | 0,660  | 0,900  | 0,922                        |
| 3     | 5     | 58  | 8   | 0,575           | 0,590 | 0,616 | 8,800               | 10,020 | 11,250 | 0,619                        |
| 4     | 7     | 50  | 5   | 1,000           | 1,000 | 1,000 | 0,050               | 0,275  | 1,344  | 1,000                        |

|    |    |     |    |       |       |       |         |         |         |       |
|----|----|-----|----|-------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|
| 5  | 5  | 83  | 8  | 0,462 | 0,478 | 0,488 | 4,690   | 4,990   | 5,450   | 0,488 |
| 6  | 10 | 100 | 10 | 1     | 1     | 1     | 3       | 5,2     | 8       | 1,000 |
| 7  | 10 | 100 | 10 | 0,689 | 0,690 | 0,695 | 246,950 | 286,600 | 317,990 | 0,701 |
| 8  | 10 | 100 | 10 | 0,767 | 0,782 | 0,792 | 212     | 323,400 | 489     | 0,792 |
| 9  | 10 | 100 | 10 | 0,781 | 0,782 | 0,782 | 37      | 177     | 293     | 0,782 |
| 10 | 10 | 100 | 10 | 0,812 | 0,813 | 0,813 | 30      | 96      | 201     | 0,814 |
| 11 | 10 | 100 | 10 | 0,598 | 0,618 | 0,632 | 169     | 203,200 | 237     | 0,633 |
| 12 | 10 | 100 | 10 | 0,906 | 0,908 | 0,910 | 178,860 | 221,550 | 262,730 | 0,913 |
| 13 | 10 | 100 | 10 | 0,932 | 0,934 | 0,935 | 83,150  | 94,310  | 103,100 | 0,936 |
| 14 | 10 | 100 | 10 | 0,900 | 0,907 | 0,910 | 92,370  | 130,270 | 110,400 | 0,911 |
| 15 | 10 | 100 | 10 | 0,702 | 0,704 | 0,706 | 163,260 | 232,690 | 308,630 | 0,710 |

Bảng 1: kết quả thử nghiệm của phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ cho bài toán phân chia nhiệm vụ bảo vệ mục tiêu

### Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tìm quỹ tích các điểm tối ưu quanh mục tiêu bảo vệ bao gồm các bước sau:

bước 1: tiếp nhận và xử lý thông tin ban đầu;

tại bước này, người dùng tiếp nhận thông tin vị trí của đơn vị cần được bảo vệ từ đó xác định tập hợp các đơn vị bảo vệ ( $B$ ) tham gia vào duy trì sự ổn định của khu vực trọng yếu ( $O$ ); với mỗi đơn vị bảo vệ  $b \in B$ , tiến hành xác định số lần tương tác tối đa của  $b$  là  $m(b)$ ; với mỗi cặp đơn vị bảo vệ  $(b_i, b_j)$  ( $b_i, b_j \in B$ ), tính khoảng cách tối thiểu  $d(b_i, b_j)$  giữa  $b_i$  và  $b_j$  khi chúng được đặt ở hai vị trí khác nhau; đồng thời, người dùng tiến hành quan sát trên bản đồ và xác định tập hợp các vị trí địa lý tiềm năng có thể đặt được các đơn vị bảo vệ ( $L$ ); tại đây mỗi cặp vị trí tiềm năng  $(l_i, l_j)$  ( $l_i, l_j \in L$ ), tiến hành đo khoảng cách địa lý  $d(l_i, l_j)$  giữa  $l_i$  và  $l_j$ ;

khi có mục tiêu bay tiếp cận khu vực trọng yếu  $B$ , thông qua camera quan sát hoặc các ra-đa/vệ tinh theo dõi, thông tin được chuyển tới người dùng; tại đây, người dùng xác định tập hợp tập các tập mục tiêu bay  $F$ ; với mỗi tập mục tiêu bay  $f \in F$ , tính toán lần lượt số lượng mục tiêu bay  $n(f)$  và trọng số của tập mục tiêu bay đó  $w(f)$ ;

sau khi có được các thông tin ban đầu về vị trí đơn vị bảo vệ, vị trí tiềm năng và vị trí tập mục tiêu bay, người dùng tiến hành tính số lần tương tác tối đa  $t(b, l, f)$  mà đơn vị  $b$  đặt tại vị trí  $l$  có thể tương tác tới tập mục tiêu bay  $f$  trong độ sâu vùng tương tác của đơn vị đó; độ sâu vùng tương tác của một đơn vị bảo vệ là vùng mà đơn vị đó có khả năng tương tác với một tập mục tiêu bay trên đường bay của chúng; số lần tương tác tối đa của một đơn vị tới một tập mục tiêu bay còn phụ thuộc vào đội hình, độ cao, đặc tính kỹ thuật của tập mục tiêu bay và đặc tính kỹ thuật của các đơn vị bảo vệ; cụ thể hơn:

việc tính số lần tương tác tối đa  $t(b, l, f)$  phụ thuộc vào đơn vị bảo vệ  $b$  (khả năng tương tác với mục tiêu bay ở độ cao trong một khoảng nhất định, trong một hướng, thời gian giãn cách giữa các lần tương tác), vị trí đặt đơn vị bảo vệ và thông tin tập mục tiêu  $f$  (vận tốc, độ cao, hướng);

độ sâu vùng tương tác chính là độ dài đoạn đường mục tiêu bay bay trong vùng có khả năng tương tác của đơn vị bảo vệ mà chưa tiếp cận được vùng nguy hiểm (vùng tại đó mục tiêu bay có thể gây nguy hiểm cho đối tượng được bảo vệ), độ sâu ở đây có

ý nghĩa khả năng bay sâu vào trong của mục tiêu bay để tiếp cận đối tượng được bảo vệ;

tiếp tục tính toán giá trị số lần mục tiêu bay bị tương tác trùng trong tập mục tiêu bay  $e(b, l, f, t)$ ;

bước 2: điều chỉnh vị trí cặp đơn vị bảo vệ;

hai đơn vị bảo vệ luôn được duy trì một khoảng cách tối thiểu như sau  $d(y_{b_i}, y_{b_j}) \geq d(b_i, b_j)$ ,  $\forall b_i \neq b_j, y_{b_i} \neq y_{b_j}$ , trong đó  $y_{b_i}$  và  $y_{b_j}$  ( $y_{b_i}, y_{b_j} \in L$ ), trong đó  $y_{b_i}$  và  $y_{b_j}$  ( $y_{b_i}, y_{b_j} \in L$ ) là vị trí địa lý của đơn vị bảo vệ  $b_i$  và  $b_j$ ; khi khoảng cách này không được đảm bảo, người dùng thao tác trên máy chủ để điều chỉnh vị trí của đơn vị bảo vệ, sao cho một trong hai đơn vị bảo vệ sẽ di chuyển sang một vị trí mới đáp ứng yêu cầu về khoảng cách tối thiểu;

bước 3: tính toán kế hoạch tương tác;

sau khi xác định được vị trí các cặp đơn vị bảo vệ tại bước 2, kết hợp với thông tin quỹ đạo của tập tập mục tiêu bay F từ hệ thống quan sát và tiếp nhận thông tin, người dùng sử dụng phương pháp tìm kiếm cục bộ (là phương pháp xác định cách di chuyển từ một quỹ tích này tới một quỹ tích lân cận sao cho chất lượng của quỹ tích tốt hơn nhất có thể) để tính toán số lần tương tác của đơn vị bảo vệ đối với mục tiêu bay. Sao cho giới hạn số lần trong mỗi đơn vị bảo vệ thỏa mãn  $\sum x_{b,f} \leq m(b)$ ,  $\forall b \in B$  và  $f \in F$ ; giới hạn số lần tương tác từ một đơn vị tới một tập mục tiêu bay đáp ứng  $x_{b,f} \leq t(b, f)$   $\forall b \in B$  và  $f \in F$ ; khoảng cách tối thiểu giữa hai đơn vị bảo vệ luôn đáp ứng  $d(y_{b_i}, y_{b_j}) \geq d(b_i, b_j)$ ,  $\forall b_i \neq b_j, y_{b_i} \neq y_{b_j}$ ;

sau khi tính toán, người dùng tiến hành so sánh hai quỹ tích bằng cách tính toán hiệu quả bảo vệ theo công thức sau, công thức này được xây dựng được sáng tạo ra tổng sáng chế này và chưa có trong các tài liệu đã biết:

$$\text{Max} \sum w(f) \frac{\text{Min} \sum_{b \in B, l \in L} e(b, l, f, x_{b,f}), n(f)}{n(f)}$$

trong đó:

$w(f)$ : trọng số của tập mục tiêu f, thể hiện khả năng gây nguy hiểm của tập mục tiêu f với các đối tượng được bảo vệ;

b: đơn vị bảo vệ;

l: vị trí đặt đơn vị bảo vệ;

$x_{b,f}$ : số lần tương tác của đơn vị hỏa lực  $b$  với tốp mục tiêu bay  $f$ ;

$e(b,l,f,x_{b,f})$ : số lần tốp mục tiêu bay  $f$  bị tương tác trúng bởi đơn vị hỏa lực bởi đơn vị hỏa lực  $b$ ;

$n(f)$ : số mục tiêu bay trong tốp mục tiêu bay  $f$ ;

bước 4: lựa chọn và lưu giữ quỹ tích tối ưu;

tại bước 2 và bước 3 các quỹ tích được khởi tạo, người dùng tiến hành lưu trữ lại các quỹ tích này; đảm bảo luôn khởi tạo hai quỹ tích tối ưu: quỹ tích tốt nhất tìm được trong cả quá trình tìm kiếm và quỹ tích tốt nhất tìm được trong một vùng tìm kiếm;

theo đó, quỹ tích có hiệu quả chiến đấu tối ưu sẽ được lựa chọn là giá trị lớn nhất theo công thức ở bước 3 với phương pháp giải bằng phần mềm giải quy hoạch nguyên cplex trong hai giờ; hiệu quả chiến đấu tối ưu tương ứng với vị trí để đặt các đơn vị bảo vệ. Hiệu quả bảo vệ là giá trị của công thức ở bước 3 sử dụng phương pháp tìm kiếm cục bộ kết hợp phương pháp tìm kiếm tabu để cho ra kết quả trong thời gian tính toán ngắn, so với thời gian tính toán ra hiệu quả chiến đấu tối ưu;

bước 5: xác định kết quả vị trí tối ưu;

tại hệ thống máy chủ thao tác, người dùng thiết lập câu lệnh để ngưng quá trình tìm kiếm khi đáp ứng một trong hai điều kiện: thứ nhất, tìm kiếm đã thực hiện đủ số vòng lặp đã xác định trước; thứ hai, quỹ tích tìm được có hiệu quả bảo vệ bằng 1 (tất cả các mục tiêu bay trong tất cả các tốp bị tương tác trúng); khi câu lệnh tìm kiếm đã ngưng, thu được quỹ tích tối ưu; đây là quỹ tích kết quả vị trí tối ưu cần tìm kiếm theo phương án của sáng chế đề xuất;

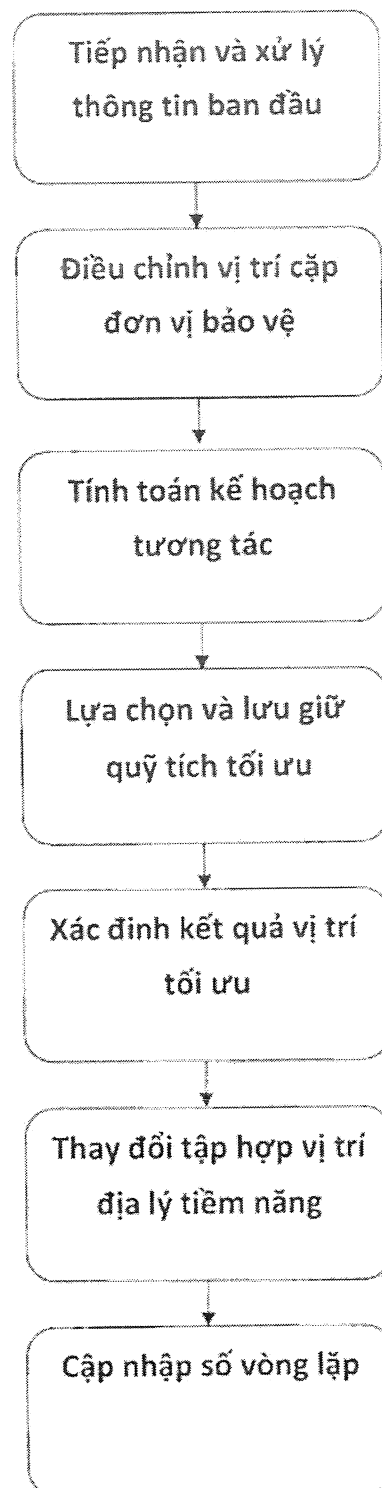
trong trường hợp câu lệnh ngưng quá trình tìm kiếm không được đáp ứng, người dùng tiến hành lựa chọn một đơn vị bảo vệ và một vị trí mới cho đơn vị đó sao cho khi di chuyển đơn vị đó về vị trí mới thì hiệu quả bảo vệ tăng lên nhiều nhất;

bước 6: thay đổi tập hợp vị trí địa lý tiềm năng;

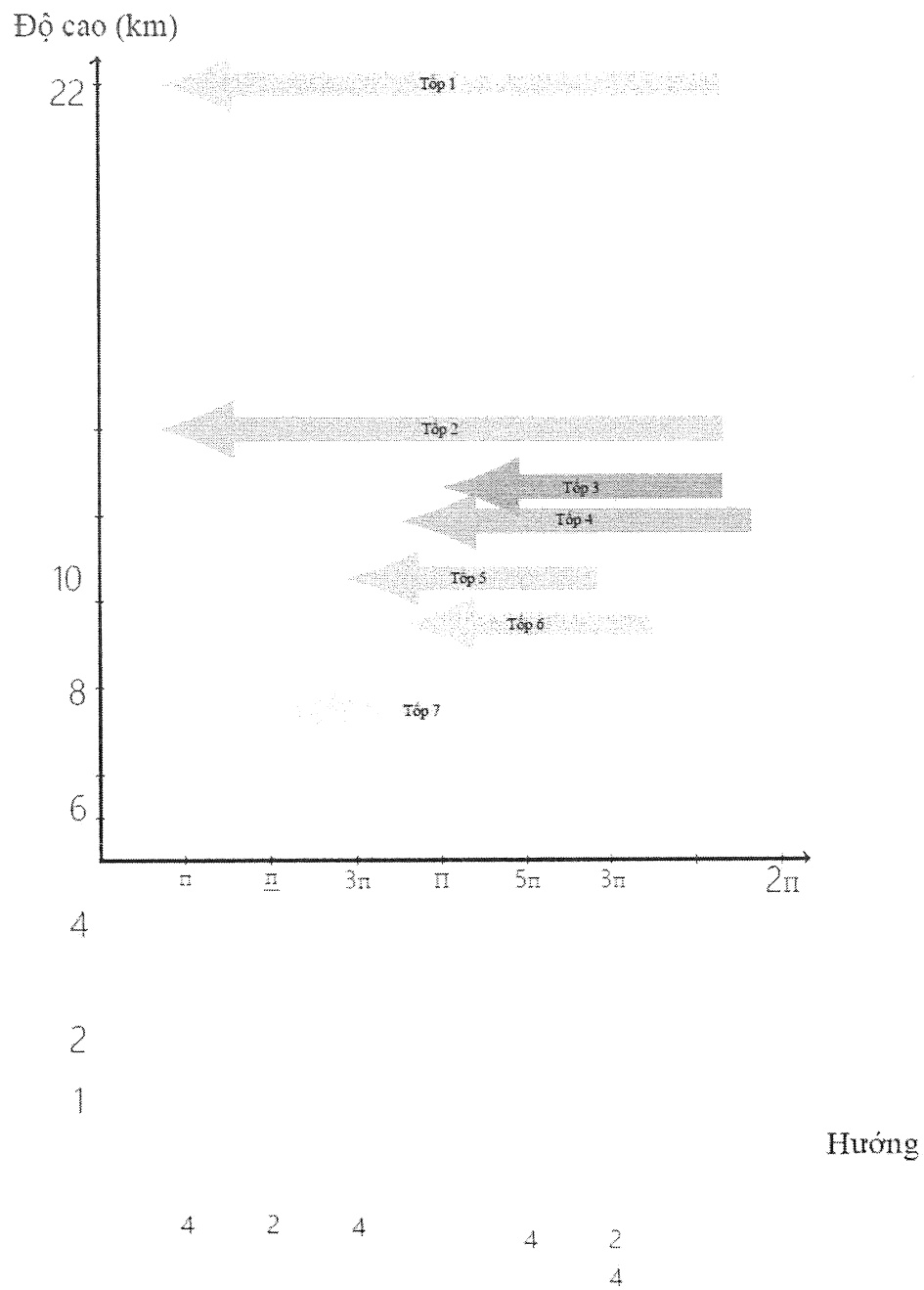
tại hệ thống máy chủ xử lý thông tin, nếu số vòng lặp để xác định quỹ tích tối ưu đã thực hiện là một bội số của một giá trị cho trước, người dùng thiết lập một câu lệnh mới để tự động chuyển quá trình tìm kiếm chuyển qua một tập hợp vị trí địa lý tiềm năng mới để tìm kiếm quỹ tích điểm tối ưu nhất; quá trình chuyển sang tập hợp vị trí địa lý tiềm năng mới như sau: thực hiện bước 2, bước 3 và cập nhật quỹ tích tốt nhất trong một vùng tìm kiếm là quỹ tích vừa tính được sau khi thực hiện bước 2 và bước 3 theo bước 5;

bước 7: cập nhật số vòng lặp;

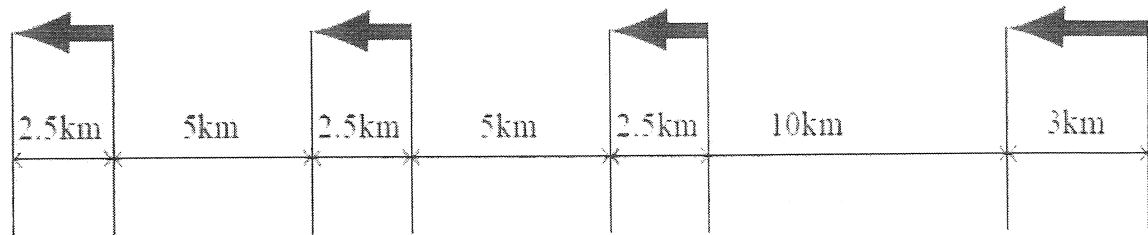
tăng giá trị số vòng lặp đã thực hiện lên 1 đơn vị và quay trở lại bước 5.



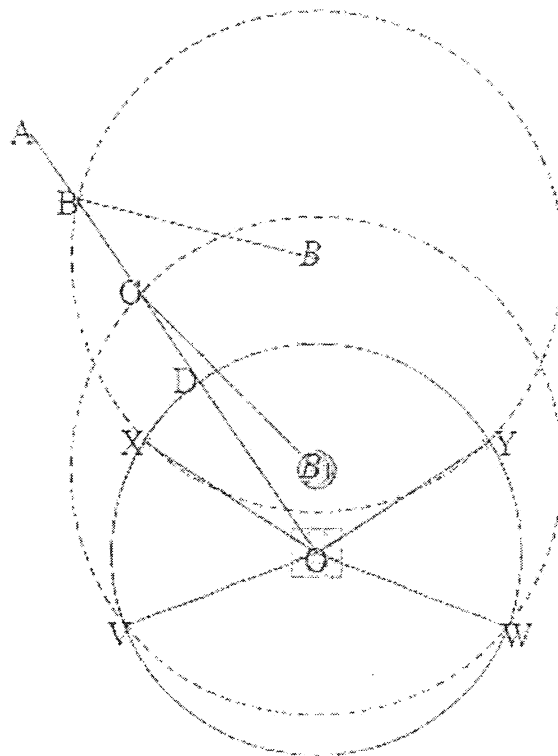
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4