



(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)



1-0025796

(51)⁷ G06T 7/00

(13) B

(21) 1-2018-05352

(22) 29/11/2018

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/02/2019 371A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

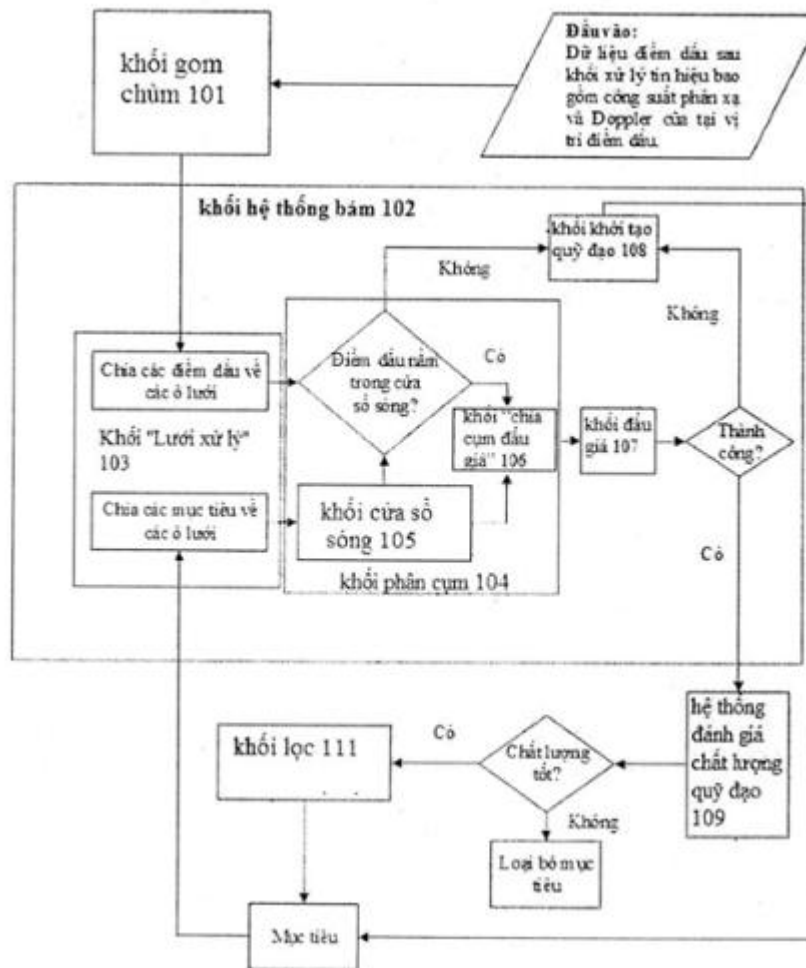
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) NGUYỄN XUÂN THẮNG (VN); TRẦN TRUNG KIÊN (VN); NGUYỄN BẢO TRUNG (VN); NGUYỄN ĐỨC DƯƠNG (VN); TRẦN VŨ HỢP (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACI CO., LTD)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP KHỞI TẠO, BÁM SÁT TỰ ĐỘNG MỤC TIÊU MẶT NƯỚC TRÊN NỀN NHIỀU THỤ ĐỘNG

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiều thụ động trên radar cảnh giới biển. Hệ thống được đề xuất bao gồm: khối gom chùm; khối hệ thống bám; khối cửa sổ sóng; hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo; khối lọc. Phương pháp đề xuất bao gồm: bước 1: gom chùm sử dụng hệ thống gom chùm; bước 2: đưa các điểm dấu và mục tiêu đã có vào hệ thống bám; bước 3: đánh giá chất lượng các quỹ đạo để loại bỏ các quỹ đạo giả và xác nhận các quỹ đạo thật; bước 4: lọc các quỹ đạo thật để đảm bảo chất lượng hiển thị quỹ đạo; bước 5: khởi tạo điểm dấu mờ côi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiều thụ động, cụ thể hệ thống và phương pháp ứng dụng trên radar cảnh giới biển hoàn chỉnh nhằm mục đích tạo lập được một hệ thống có độ chính xác cao, đáp ứng theo thời gian thực với số lượng mục tiêu giám sát lớn trong nền nhiều thụ động dày đặc. Sáng chế sau đây liên quan đến lĩnh vực giám sát mục tiêu được ứng dụng trong hệ thống radar, hệ thống siêu âm hoặc các hệ thống tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trên thực tế, đã có nhiều hệ thống và phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu được sử dụng trong rất nhiều hệ thống radar quân sự. Việc khởi tạo và bám quỹ đạo giúp người dùng có thể quan sát cũng như dự đoán chuyển động của mục tiêu hỗ trợ đắc lực cho việc cảnh giới, giám sát.

Đối với hệ thống radar cảnh giới biển, do đặc tính bước sóng ngắn, môi trường biển nhiều nhiễu động với hơi nước mây mưa trong khí quyển và sóng biển nên dữ liệu điểm đầu trả về bị nhiễu dày đặc trong những ngày thời tiết xấu.

Ngoài ra, do đặc tính của mục tiêu mặt biển là chuyển động chậm cho nên hệ thống khởi tạo và bám quỹ đạo rất có thể nhầm lẫn giữa mục tiêu chuyển động chậm và địa vật vốn có cùng đặc tính như tần số Doppler thấp, kích thước và công suất có thể lớn nhỏ bất kỳ.

Thêm vào đó, khác biệt lớn so với mục tiêu trên không, hệ thống radar cảnh giới biển cần phải quan sát, quản lý một số lượng rất lớn các mục tiêu so với hệ thống phòng không nếu xét trên cùng một diện tích cần giám sát. Nếu xử lý dữ liệu theo những cách thông thường sẽ dẫn tới quá tải hệ thống làm cho hệ thống không có khả năng đáp ứng theo thời gian thực.

Một hệ thống khởi tạo, bám sát mục tiêu thông thường bao gồm hệ thống gom chùm sẽ gom các tín hiệu (có công suất lớn hơn nền nhiễu) nằm cạnh nhau lại để tạo lập thành một vật thể tiềm năng. Hệ thống bám quỹ đạo có mục đích lưu vết quỹ đạo các vật thể theo thời gian thực. Hệ thống lọc quỹ đạo có mục đích loại bỏ nhiễu đo đạc nhằm tăng chất lượng quỹ đạo hiển thị. Hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo có mục đích xác nhận các quỹ đạo tiềm năng để hiển thị chúng, loại bỏ các quỹ đạo thực chất là nhiễu giả cũng như loại bỏ các quỹ đạo đã không còn có khả năng bám theo nữa.

Trong thực tế hiện tại, các hệ thống phòng không, hệ thống gom chùm mục tiêu thông thường sẽ gom những điểm gần nhau thành một vật thể. Thuật toán này có ưu điểm là đơn giản, nhưng nhược điểm của nó là nhạy cảm với nhiễu bởi nhiễu có thể có phân bố nhiễu loạn về vị trí và công suất.

Trong môi trường có nhiễu dày, các hệ thống bám quỹ đạo thường sẽ tạo ra rất nhiều quỹ đạo giả. Để giải quyết vấn đề này, người ta thường sử dụng hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo dựa trên biến đổi Hough. Biến đổi Hough sẽ giúp loại bỏ các mục tiêu giả bằng cách giả thiết rằng mục tiêu trong khoảng thời gian ngắn sẽ chuyển động thẳng. Thuật toán này có ưu điểm độ phức tạp tính toán thấp và có khả năng loại bỏ khá tốt nhiễu, nhưng yếu điểm của nó là nó có thể loại bỏ các vật thể thật đang trong các quá trình chuyển động phức tạp như một vật thể đang quay vòng.

Trong môi trường nhiễu dày, các hệ thống bám quỹ đạo thường dựa trên cơ chế “gán xác suất” (Probabilistic Data Association). Hệ thống như vậy có khả năng giải quyết bài toán với nhiễu dày đặc và mật độ mục tiêu nhỏ hơn nhiễu. Hệ thống này có nhược điểm là độ phức tạp tính toán cao, nhưng cho kết quả không tốt trên vùng có nhiễu dày nhưng đi kèm mật độ mục tiêu lớn.

Đối với hệ thống lọc, người ta dựa trên cơ chế “tối thiểu hóa sai số trung bình” hay còn gọi là bộ lọc Kalman (Kalman filter). Hệ thống này đặc biệt tối ưu trong trường hợp ta có mô hình chuyển động chuẩn xác của các vật thể cũng như mô hình sai số của hệ thống. Tuy nhiên trong hệ tọa độ cực (phương vị - cự ly) và mô hình chuyển động phức tạp, không thể mô hình chuẩn xác thì hiệu quả của bộ lọc Kalman bị hạn chế.

Để khắc phục những nhược điểm nêu trên của các phương pháp hiện có, tác giả đề xuất Hệ thống khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động trên radar cảnh giới biển và phương pháp tương ứng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một phương án thực hiện, sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trên nền nhiễu thụ động đảm bảo giảm thiểu quỹ đạo giả, có khả năng xử lý nhanh thích hợp với môi trường mục tiêu dày đặc.

Hệ thống khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trên nền nhiễu thụ động được đề xuất bao gồm: khối gom chùm; khối hệ thống bám; hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo; khối lọc. Trong đó, tại mỗi khối khác biệt ở chỗ,

Khối gom chùm; thực hiện gom những ô phân giải nằm gần nhau với nhau thành một vật thể tiềm năng;

Khối hệ thống bám dựa trên cơ chế “hàng xóm gần nhất”, bao gồm các thành phần con: khối “Lưới xử lý”, khối phân cụm, khối đấu giá, khối khởi tạo quỹ đạo;

Hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo dựa trên cơ chế “gán theo xác suất tích lũy” (IPDA - Integrated Probabilistic Data Association) và các phương trình động học của vật thể giúp đánh giá được chất lượng của các loại quỹ đạo khác nhau cũng như có khả năng đánh giá suốt vòng đời của mục tiêu;

Theo phương án thực hiện sáng chế thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động trên radar cảnh giới biển, bao gồm các bước: bước 1: gom chùm sử dụng hệ thống gom chùm; thực hiện gom những ô phân giải nằm gần nhau với nhau thành một vật thể tiềm năng dựa trên thống kê hình học của vật thể và phân bố Doppler của vật thể đó; bước 2: đưa các điểm dấu và mục tiêu đã có vào hệ thống bám, tại đây cần thực hiện các bước nhỏ tại từng khối thành phần nhỏ thuộc khối hệ thống bám; bước 3: đánh giá chất lượng các quỹ đạo để loại bỏ các quỹ đạo giả và xác nhận các quỹ đạo thật; hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo sẽ

chuyển quỹ đạo từ dạng tiềm năng (ẩn) sang dạng xác nhận (hiển thị lên màn hình) hoặc sẽ xóa những quỹ đạo (thật và ẩn) có chất lượng xấu; bước 4: lọc các quỹ đạo thật để đảm bảo chất lượng hiển thị quỹ đạo; tại khối lọc dựa vào cơ chế “tối thiểu hóa sai số cực đại” để xóa bỏ nhiều đo đạc của hệ thống; bước 5: khởi tạo điểm dấu mờ côi.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: Mô tả sơ đồ luồng xử lý của hệ thống và phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu trên radar cảnh giới biển.

Hình 2: Mô tả các bước thực hiện phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động trên radar cảnh giới biển.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây mô tả chi tiết về hệ thống và phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động dựa trên hình vẽ, ví dụ kèm theo diễn giải.

Theo phương án thực hiện thứ nhất, sáng chế đề xuất hệ thống khởi tạo và bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động.

Hệ thống được đề xuất bao gồm: khối gom chùm 101; khối hệ thống bám 102; hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo 109; khối lọc 111. Trong đó, tại mỗi khối khác biệt ở chỗ:

Khối gom chùm 101; thực hiện gom những ô phân giải nằm gần nhau với nhau thành một vật thể tiềm năng. Việc gom chùm được dựa trên thống kê hình học của vật thể và phân bố Doppler của vật thể đó. Nguyên tắc cơ bản là phổ công suất của vật thể là cận đối xứng và phổ Doppler của vật thể về cơ bản là phổ đều. Doppler của một vật bất kỳ có quan hệ giữa vận tốc tương đối của nó và người quan sát (ở đây là đài radar) theo công thức vật lý:

$$f_D = \frac{v}{c} f_0 \quad (1)$$

Trong đó f_D là tần số Doppler, v là vận tốc tương đối giữa vật thể và đài radar, c là vận tốc ánh sáng, f_0 là tần số phát của đài.

Khối hệ thống bám 102 dựa trên cơ chế “hàng xóm gần nhất” (GNN - Global Nearest Neighbor) và đấu giá không hoàn hảo Bertsekas giúp cho giảm độ phức tạp tính toán, tăng độ chính xác của hệ thống trong vùng có nhiều mục tiêu nhưng ít nhiễu mà vẫn đảm bảo độ chính xác của hệ thống. Cơ chế “Hàng xóm gần nhất” tuy đơn giản nhưng rất phù hợp với các mục tiêu mặt nước vì ngay cả trong môi trường nhiễu dày đặc thì mật độ mục tiêu thật cũng rất cao. Nếu sử dụng PDA sẽ làm nhiễu loạn được áp đặt ngay vào cả mục tiêu thật.

Khối hệ thống bám 102 bao gồm các thành phần con: khối “Lưới xử lý” 103, khối phân cụm 104, khối đấu giá 107, khối khởi tạo quỹ đạo 108, trong đó:

Khối “Lưới xử lý” bản chất là chia toàn bộ không gian giám sát thành các vùng không gian con, được gọi là ô lưới mà ở thời gian quan sát tiếp theo, các mục tiêu chỉ có thể chuyển động trong ô lưới chứa nó và các ô lưới hàng xóm liền kề với nó. Chức năng chính của khối là làm giảm tải cho hệ thống, giúp loại bỏ các tính toán không cần thiết cho hệ thống.

Khối phân cụm bản chất là sẽ tính toán các điểm dấu có nằm trong “cửa sổ sóng” của mục tiêu hay không.

Khối cửa sổ sóng 105 nằm trong khối phân cụm 104; sẽ thực hiện mở cửa sổ sóng cho tất cả các mục tiêu. “Cửa sổ sóng” được hiểu là một không gian xung quanh mục tiêu được cho là nơi mà mục tiêu sẽ xuất hiện ở thời gian quan sát tiếp theo.

Khối phân cụm còn bao gồm khối “chia cụm đấu giá” 106 thực hiện chia các mục tiêu cùng tranh chấp một số điểm dấu thành các cụm để tiến hành phân chia.

Khối đấu giá 107 sẽ giải quyết bài toán này. Bản chất của khối đấu giá là đưa các điểm dấu về cho các mục tiêu hay nói cách khác đề ra một vị trí mới duy nhất cho mục tiêu. Khối đấu giá 107 sử dụng cơ chế đấu giá không hoàn hảo Bertsekas. Thuật toán giải

quyết bài toán đấu giá mà người bán muốn bán tất cả các sản phẩm với tổng số tiền thu được cao nhất. Bertsekas đã đưa ra một giải pháp cận tối ưu để giải quyết bài toán này. Thuật toán này giúp giảm độ phức tạp tính toán từ $O(N^4)$ xuống $O(N^3)$, giúp cho giải quyết bài toán tranh chấp điểm đấu nhanh hơn, tăng tốc hệ thống.

Khởi tạo quỹ đạo 108 sẽ đưa tất cả các điểm đấu mờ côi (không được đưa về cho mục tiêu nào) trở thành quỹ đạo tiềm năng mới của hệ thống.

Hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo 109 dựa trên cơ chế “gán theo xác suất tích lũy” (IPDA - Integrated Probabilistic Data Association) và các phương trình động học của vật thể giúp đánh giá được chất lượng của các loại quỹ đạo khác nhau cũng như có khả năng đánh giá suốt vòng đời của mục tiêu. Việc sử dụng các phương trình động học của vật thể trong quá trình đánh giá chất lượng quỹ đạo sẽ ưu thế vượt trội so với chỉ sử dụng biến đổi Hough để đánh giá dựa vào giả thuyết chuyển động thẳng trong thời gian ngắn của vật. Thêm vào đó, sử dụng IPDA giúp hệ thống có khả năng đánh giá quỹ đạo của vật thể trong suốt vòng đời của nó. Dựa vào đó, hệ thống có khả năng loại bỏ quỹ đạo giả với số lượng lớn, tăng khả năng chống nhiễu của hệ thống;

khối lọc 111 thực hiện lọc thông tin quỹ đạo, dựa trên cơ chế “Cực tiểu hóa sai số cực đại” (Minimax filter) giúp cho quỹ đạo trở nên mượt mà hơn ngay cả trong trường hợp không thể mô hình hóa được tất cả các mô hình chuyển động cũng như mô hình hóa sai số hệ thống chưa hoàn toàn chính xác.

Theo phương án thực hiện thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp khởi tạo và bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động.

Trong một đài radar cảnh giới bờ biển, hệ thống khởi tạo và bám quỹ đạo chính là trái tim của hệ thống xử lý thông tin, quyết định khả năng cảnh giới của hệ thống.

Giống như tất cả các hệ thống radar khác, tín hiệu phản xạ về từ vật thể, sẽ được đi qua bộ xử lý tín hiệu để trả về các thông số công suất phản xạ về và Doppler tại các ô phân giải của toàn bộ vùng cảnh giới của radar. Ta gọi dữ liệu này là dữ liệu điểm dấu.

Phương pháp khởi tạo và bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động được đề xuất sử dụng hệ thống khởi tạo và bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động nêu trên. Phương pháp này được thực hiện với dữ liệu điểm dấu sau khi đã được đi qua bộ xử lý tín hiệu.

Phương pháp đề xuất bao gồm các bước sau:

- Bước 1: Gom chùm sử dụng khối gom chùm

Dữ liệu đầu vào của bước này là dữ liệu điểm dấu sau khi đi qua bộ xử lý tín hiệu để trả về các thông số công suất phản xạ về và Doppler tại các ô phân giải của toàn bộ vùng cảnh giới của radar.

Dữ liệu điểm dấu đó sẽ được đi tới khối gom chùm 101. Một mục tiêu bất kỳ sẽ nằm trong nhiều hơn một ô phân giải, chính vì vậy, khối gom chùm sẽ làm nhiệm vụ gom những ô phân giải nằm gần nhau với nhau thành một vật thể tiềm năng. Việc gom chùm được dựa trên thống kê hình học của vật thể và phân bố Doppler của vật thể đó. Nguyên tắc cơ bản là phổ công suất của vật thể là cận đối xứng và phổ Doppler của vật thể về cơ bản là phổ đều. Doppler của một vật bất kỳ có quan hệ giữa vận tốc tương đối của nó và người quan sát (ở đây là đài radar) theo công thức vật lý:

$$f_D = \frac{v}{c} f_0 \quad (1)$$

Trong đó f_D là tần số Doppler, v là vận tốc tương đối giữa vật thể và đài radar, c là vận tốc ánh sáng, f_0 là tần số phát của đài.

Hầu hết các điểm trên vật thể sẽ có cùng vận tốc so với đài radar, chính vì thế phổ Doppler của vật thể phải là một phổ gần như đều trong trường hợp có nhiễu. Nói một cách khác đi, trong một chùm dấu thì Doppler của mỗi điểm trong nó phải sai khác nhỏ hơn một ngưỡng cho phép.

Việc gom chùm bằng Doppler giúp loại bỏ rất nhiều nhiễu vì chúng có Doppler thay đổi. Thêm vào đó, chúng ta có thể tách được hai vật thể khác nhau nhưng lại ở gần nhau, giúp tăng khả năng phân biệt của đài radar.

Tín hiệu sau khi ra khỏi khối gom chùm sẽ là các điểm dấu tâm vật thể đại diện cho vật thể đó.

- Bước 2: Đưa các điểm dấu và mục tiêu đã có vào hệ thống bám.

Dữ liệu đầu vào của bước này là các điểm dấu tâm vật thể đại diện cho vật thể đó, cũng chính là dữ liệu đầu ra tại bước 1. Các điểm dấu này sẽ đi vào khối hệ thống bám 102 và được xử lý bởi các khối thành phần. Hệ thống bám dựa trên cơ chế “hàng xóm gần nhất”. Tại bước này, bao gồm các bước thực hiện chi tiết như sau:

Đầu tiên, chia lưới xử lý cho các mục tiêu và điểm dấu sử dụng “khối chia lưới” của hệ thống bám, cụ thể thực hiện chia các điểm dấu về các ô lưới.

Mỗi điểm dấu ra khỏi bộ gom chùm sẽ được khối “Lưới xử lý” chia vào các ô lưới định sẵn. Kích thước của lưới được tính dựa trên vận tốc tối đa của một vật thể và sai số của hệ thống theo công thức:

$$w = v_{max}T + \sqrt{(\Delta r)^2 + (r \cdot \sin(\Delta\theta))^2} \quad (2)$$

Trong đó w là kích thước của lưới, v_{max} là vận tốc tối đa của một vật thể, T là chu kỳ quét của radar, r là cự ly của vật thể, $\Delta\theta$ là sai số về phương vị, Δr là sai số về cự ly.

Mỗi mục tiêu ở vòng quét trước của radar sẽ mở cửa sổ sóng dựa vào vận tốc tối đa và khoảng cách thống kê Mahalanobis. Cửa sổ sóng vận tốc của mục tiêu chính là một hình tròn có tâm là mục tiêu và có bán kính là w được tính ở công thức 2 (2). Bởi các điểm dấu đã được chia về các lưới vận tốc tối đa cho nên mỗi mục tiêu chỉ cần xét các điểm dấu nằm trong lưới chứa nó và các lưới hàng xóm của lưới chứa nó thay vì phải xét toàn bộ các điểm dấu với mỗi mục tiêu. Như thế việc chia về các ô lưới sẽ làm giảm tải của hệ thống. Cửa sổ sóng Mahalanobis là một hình cận e-lip có tâm là vị trí dự đoán của mục tiêu dựa vào mô hình chuyển động. Một điểm dấu được cho là nằm trong cửa sổ sóng Mahalanobis nếu như khoảng cách của nó và tâm cửa sổ (vị trí dự đoán của mục tiêu) nằm trong giới hạn cho phép. Khoảng cách Mahalanobis được cho bởi công thức:

$$D(x) = \sqrt{(x - \mu)^T S^{-1} (x - \mu)} \quad (3)$$

Trong đó $D(x)$ là khoảng cách Mahalanobis, x là vec-tơ vị trí vật thể đang xem xét, μ là vị trí ước lượng của vật thể, S là ma trận hiệp phương sai thể hiện sai số của hệ thống.

Phân hệ các mục tiêu tranh chấp cùng hệ điểm dấu thành các cụm sử dụng hệ thống phân cụm. Thông thường, nhiều mục tiêu sẽ tranh chấp nhau nhiều điểm dấu. Toàn bộ hệ mục tiêu tranh chấp cùng một hệ điểm dấu sẽ được phân thành một cụm, được thực hiện bởi khối phân cụm.

Khối phân cụm 104 tính toán các điểm dấu có nằm trong “cửa sổ sóng” của mục tiêu hay không. Trường hợp điểm dấu không nằm trong cửa sổ sóng, thực hiện khởi tạo quỹ đạo tại khối khởi tạo quỹ đạo 108.

Trong đó, khối mở cửa sổ sóng 105 sẽ thực hiện mở cửa sổ sóng cho tất cả các mục tiêu. Ở trong hệ thống, sẽ có hai loại cửa sổ sóng được tạo ra. Cửa sổ sóng đầu tiên là cửa sổ sóng dựa vào vận tốc tối đa.

Tất cả các điểm dấu phải nằm trong cả 2 loại cửa sổ sóng của mục tiêu sẽ được coi là vị trí tiềm năng mới của mục tiêu đó.

Sẽ xảy ra các trường hợp mà trong đó nhiều mục tiêu cùng tranh chấp nhiều điểm dấu. Khối “chia cụm đấu giá” 106 sẽ chia các mục tiêu cùng tranh chấp một số điểm dấu thành các cụm để tiến hành phân chia.

Đấu giá trong các cụm sử dụng khối đấu giá bằng cơ chế đấu giá không hoàn hảo Bertsekas.

Khối đấu giá 107 sẽ giải quyết bài toán này. Bản chất của khối đấu giá là đưa các điểm dấu về cho các mục tiêu hay nói cách khác đề ra một vị trí mới duy nhất cho mục tiêu. Mỗi cụm này đi qua khối đấu giá 107 trong đó sử dụng cơ chế đấu giá không hoàn hảo Bertsekas. Thuật toán giải quyết bài toán đấu giá mà người bán muốn bán tất cả các sản phẩm với tổng số tiền thu được cao nhất. Bertsekas đã đưa ra một giải pháp cận tối

ưu để giải quyết bài toán này. Thuật toán này giúp giảm độ phức tạp tính toán từ $O(N^4)$ xuống $O(N^3)$, giúp cho giải quyết bài toán tranh chấp điểm dấu nhanh hơn, tăng tốc hệ thống.

Trường hợp đấu giá không thành công, các điểm dấu được đưa về khối khởi tại quỹ đạo 108 để thực hiện khởi tạo.

Trường hợp đấu giá thành công, mỗi mục tiêu sẽ có tối đa một điểm dấu, và được đưa vào hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo.

- Bước 3: Đánh giá chất lượng các quỹ đạo để loại bỏ các quỹ đạo giả và xác nhận các quỹ đạo thật.

Sau quá trình đấu giá, mỗi mục tiêu sẽ có tối đa một điểm dấu. Mục tiêu nào không có điểm dấu sẽ được “ước lượng” theo mô hình chuyển động. Mục tiêu và điểm dấu (thật hoặc ước lượng) sẽ đi vào hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo 109 dựa trên cơ chế “Xác suất tích lũy” (Integrated Probabilistic Data Association).

Hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo sẽ quyết định chuyển quỹ đạo từ dạng tiềm năng (ẩn) sang dạng xác nhận (hiển thị lên màn hình) hoặc sẽ xóa những quỹ đạo (thật và ẩn) có chất lượng xấu. $P(x_k|Z^k)$ là xác suất tồn tại của điểm ước lượng x_k ở vòng thứ k với điều kiện đã nhận được tập hợp Z^k gồm k điểm dấu được tính bởi công thức:

$$P(x_k|Z^k) = \frac{1-\delta_k}{1-\delta_k P(x_k|Z^{k-1})} P(x_k|Z^{k-1}) \quad (4)$$

$p(z_k|Z^{k-1})$ là mật độ xác suất nhận được điểm đo z_k ở vòng thứ k với điều kiện đã nhận được tập hợp Z^{k-1} gồm $k-1$ điểm dấu ở vòng trước.

$P(x_k|Z^{k-1})$ là xác suất tồn tại của điểm ước lượng x_k ở vòng thứ k với điều kiện đã nhận được tập hợp Z^{k-1} gồm $k-1$ điểm dấu ở vòng trước.

$P(x_k|Z^k)$ là xác suất tồn tại của điểm ước lượng x_k ở vòng thứ k với điều kiện đã nhận được tập hợp Z^k gồm k điểm dấu.

δ_k được tính bởi công thức

$$\delta_k = \begin{cases} P_D P_W; m_k = 0 \\ P_D P_W - P_D P_W \frac{V_k}{m_k} \sum_{i=1}^{m_k} p(z_{k,i} | Z^{k-1}); m_k > 0 \end{cases} \quad (5)$$

m_k là số điểm đo ở vòng thứ k .

P_D là xác suất phát hiện mục tiêu.

P_W là xác suất điểm đo rơi vào cửa sổ quan sát.

V_k là diện tích không gian quan sát với miền quan sát 2 chiều.

Sau quá trình đánh giá chất lượng, nếu quỹ đạo được đánh giá là chất lượng tốt, tiến hành lọc các quỹ đạo thật tại khối lọc 111 theo bước 4.

Nếu quỹ đạo được đánh giá là chất lượng không tốt sẽ bị loại bỏ.

- Bước 4: Lọc các quỹ đạo thật để đảm bảo chất lượng hiển thị quỹ đạo.

Mục tiêu sau đó sẽ được đi qua khối lọc 111 dựa vào cơ chế “tối thiểu hóa sai số cực đại” để xóa bỏ nhiễu đo đạc của hệ thống. Hệ phương trình lọc “tối thiểu hóa sai số cực đại” được cho bởi:

$$x_{k/k-1} = \Phi_{k,k-1} x_{k-1/k-1}, \quad (6)$$

$$P_{k/k-1} = \Phi_{k,k-1} P_{k-1/k-1} \Phi_{k,k-1}^T + Q_k \quad (7)$$

$$x_{k/k} = x_{k/k-1} + K_k (z_k - H_k x_{k/k-1}) \quad (8)$$

$$K_k = P_{k/k-1} H_k^T (H_k P_{k/k-1} H_k^T + R_k)^{-1} \quad (9)$$

$$P_{k/k} = P_{k/k-1} - \Phi_{k,k-1} P_{k/k-1} \begin{bmatrix} H_k^T & L_k^T \end{bmatrix} R_{e,k}^{-1} \begin{bmatrix} H_k \\ L_k \end{bmatrix} P_{k/k-1} \Phi_{k,k-1}^T \quad (10)$$

$$R_{e,k}^{-1} = \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & -\gamma^2 I \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} H_k \\ L_k \end{bmatrix} P_{k/k-1} \begin{bmatrix} H_k & L_k \end{bmatrix} \quad (11)$$

Trong đó $x_{i,j}$ là vị trí ước lượng tại vòng quan sát thứ i theo vòng quan sát thứ j . $\Phi_{i,j}$ là ma trận ước lượng vị trí tại vòng thứ i theo vị trí tại vòng thứ j . Q_k là ma trận hiệp phương sai của ước lượng tại vòng thứ k . R_k là phương sai của phép đo tại vòng thứ k .

- Bước 5: Khởi tạo điểm đầu mờ côi.

Đối với những điểm đầu mờ côi, không được mục tiêu nào nhận sau khi đấu giá sẽ được đưa vào khối khởi tạo quỹ đạo 108 và trở thành mục tiêu tiềm năng riêng biệt cho lần đấu giá tiếp theo.

Sáng chế “Hệ thống và phương pháp khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động trên radar cảnh giới biển” giải quyết vấn đề theo hướng đề xuất một hệ thống các giải pháp kỹ thuật và cải tiến kỹ thuật kèm theo. Hệ thống này có khả năng giải quyết tất cả các thiếu sót của hệ thống radar cảnh giới thường gặp khi đem ra áp dụng cho cảnh giới biển. Việc bám bắt được quỹ đạo trong nền nhiễu thụ động và mục tiêu nhiễu cho phép hỗ trợ đắc lực cho trắc thủ trong quá trình giám sát, cảnh giới giúp phản ứng kịp thời trước các nguy cơ xảy ra.

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 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 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.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trên nền nhiễu thụ động bao gồm: khối gom chùm; khối hệ thống bám; hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo; khối lọc, tại mỗi khối khác biệt ở chỗ,

khối gom chùm thực hiện gom những ô phân giải nằm gần nhau với nhau thành một vật thể tiềm năng;

khối hệ thống bám dựa trên cơ chế “hàng xóm gần nhất”, bao gồm các thành phần con: khối “lưới xử lý”, khối phân cụm, khối đấu giá, khối khởi tạo quỹ đạo;

hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo dựa trên cơ chế “gán theo xác suất tích lũy” (IPDA) và các phương trình động học của vật thể giúp đánh giá được chất lượng của các loại quỹ đạo khác nhau cũng như có khả năng đánh giá suốt vòng đời của mục tiêu;

khối lọc thực hiện lọc thông tin quỹ đạo, dựa trên cơ chế “cực tiểu hóa sai số cực đại” (Minimax filter) giúp cho quỹ đạo trở nên mượt mà hơn ngay cả trong trường hợp không thể mô hình hóa được tất cả các mô hình chuyển động cũng như mô hình hóa sai số hệ thống chưa hoàn toàn chính xác.

2. Hệ thống khởi tạo, bám sát tự động mục tiêu mặt nước trên nền nhiễu thụ động theo điểm 1, trong đó tại khối hệ thống bám, khối thành phần khác biệt ở chỗ,

khối “Lưới xử lý” chia toàn bộ không gian giám sát thành các vùng không gian con, được gọi là ô lưới mà ở thời gian quan sát tiếp theo, các mục tiêu chỉ có thể chuyển động trong ô lưới chứa nó và các ô lưới hàng xóm liền kề với nó;

khối phân cụm tính toán các điểm dấu có nằm trong “cửa sổ sóng” của mục tiêu hay không; bao gồm khối cửa sổ sóng thực hiện mở cửa sổ sóng cho tất cả các mục tiêu;

khối đấu giá đưa các điểm dấu về cho các mục tiêu hay nói cách khác đề ra một ví trí mới duy nhất cho mục tiêu; sử dụng cơ chế đấu giá không hoàn hảo Bertsekas;

khởi tạo quỹ đạo sẽ đưa tất cả các điểm dấu mờ côi (không được đưa về cho mục tiêu nào) trở thành quỹ đạo tiềm năng mới của hệ thống.

3. Phương pháp khởi tạo và bám sát tự động mục tiêu mặt nước trong nhiễu thụ động trên radar cảnh giới biển, phương pháp này bao gồm các bước:

bước 1: gom chùm sử dụng hệ thống gom chùm; thực hiện gom những ô phân giải nằm gần nhau với nhau thành một vật thể tiềm năng dựa trên thống kê hình học của vật thể và phân bố Doppler của vật thể đó;

bước 2: đưa các điểm dấu và mục tiêu đã có vào hệ thống bám, tại đây cần thực hiện các bước nhỏ tại từng khối thành phần nhỏ thuộc khối hệ thống bám;

chia lưới xử lý cho các mục tiêu và điểm dấu sử dụng “khối chia lưới”; kích thước của lưới được tính dựa trên vận tốc tối đa của một vật thể và sai số của hệ thống;

mở cửa sổ sóng vận tốc tối đa và cửa sổ sóng Mahalanobis của mục tiêu và xét điểm dấu có nằm trong cửa sổ sóng này không dựa vào đánh giá khoảng cách của nó và tâm cửa sổ (vị trí dự đoán của mục tiêu) nằm trong giới hạn cho phép;

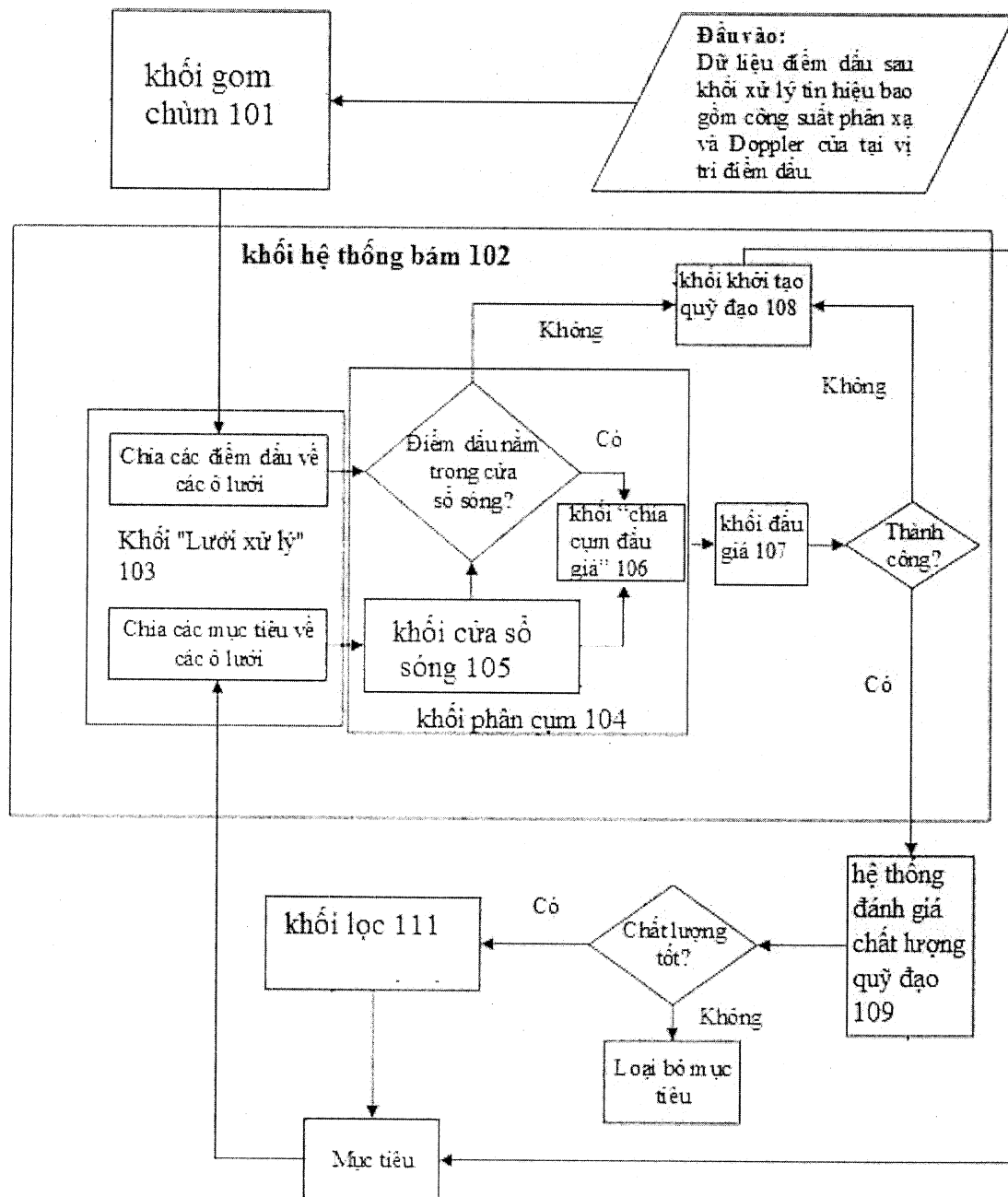
phân hệ các mục tiêu tranh chấp cùng hệ điểm dấu thành các cụm sử dụng hệ thống phân cụm; tính toán các điểm dấu có nằm trong “cửa sổ sóng” của mục tiêu hay không, đồng thời khối mở cửa sổ sóng sẽ thực hiện mở cửa sổ sóng cho tất cả các mục tiêu; khối “chia cụm đấu giá” chia các mục tiêu cùng tranh chấp một số điểm dấu thành các cụm để tiến hành phân chia;

thực hiện đấu giá sử dụng khối đấu giá bằng đấu giá không hoàn hảo Bertsekas;

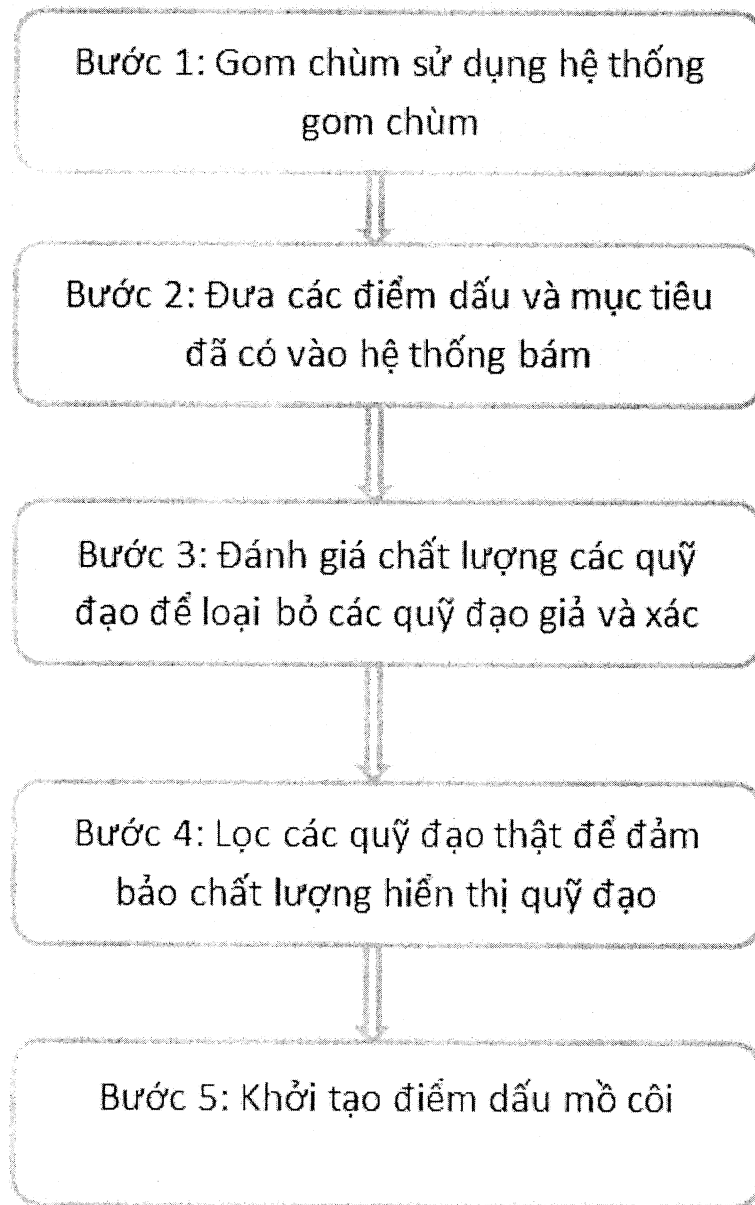
bước 3: đánh giá chất lượng các quỹ đạo để loại bỏ các quỹ đạo giả và xác nhận các quỹ đạo thật; hệ thống đánh giá chất lượng quỹ đạo sẽ chuyển quỹ đạo từ dạng tiềm năng (ẩn) sang dạng xác nhận (hiển thị lên màn hình) hoặc sẽ xóa những quỹ đạo (thật và ẩn) có chất lượng xấu;

bước 4: lọc các quỹ đạo thật để đảm bảo chất lượng hiển thị quỹ đạo; tại khối lọc dựa vào cơ chế “tối thiểu hóa sai số cực đại” để xóa bỏ nhiễu đo đạc của hệ thống;

bước 5: khởi tạo điểm dấu mờ cô; cụ thể, đối với những điểm dấu mờ cô, không được mục tiêu nào nhận sau khi đấu giá sẽ được đưa vào khối khởi tạo quỹ đạo và trở thành mục tiêu tiềm năng riêng biệt cho lần đấu giá tiếp theo.



Hình 1

**Hình 2**