



(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)



1-0035124

(51)⁷ G01S 7/00

(13) B

(21) 1-2019-07493

(22) 31/12/2019

(45) 27/03/2023 420

(43) 25/02/2020 383A

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

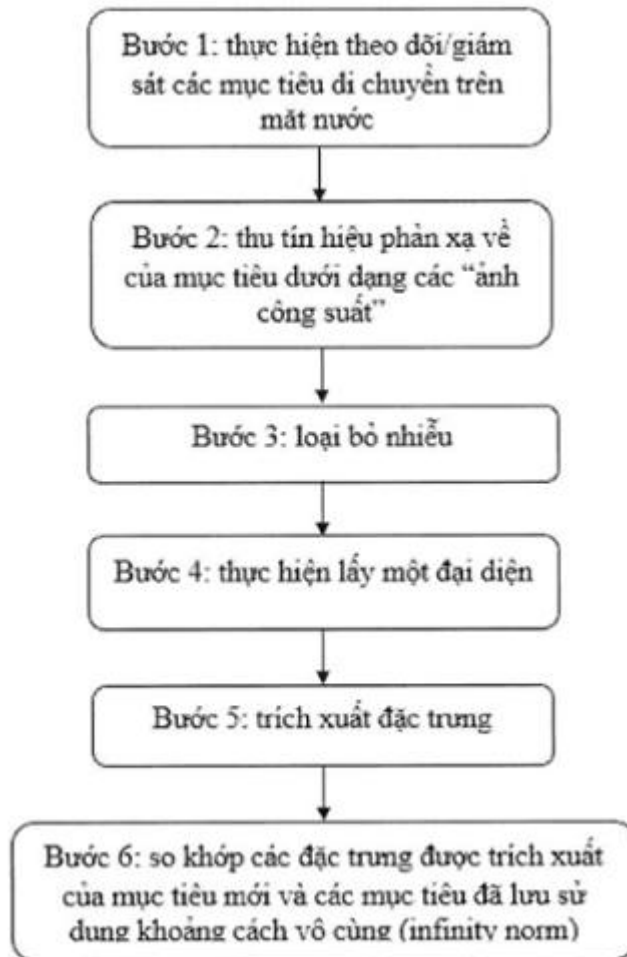
Lô D26 khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Xuân Thắng (VN); Trần Trung Kiên (VN); Nguyễn Văn Lợi (VN); Trần Vũ Hợp (VN); Lê Thành Sơn (VN).

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

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TỰ ĐỘNG NHẬN DIỆN MỤC TIÊU MẶT NƯỚC

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp tự động nhận diện mục tiêu mặt nước. Hệ thống được đề xuất bao gồm khối ghi lưu mẫu; khối nhận diện mục tiêu, trong đó, khối nhận diện mục tiêu bao gồm khối loại nhiễu, khối lấy đại diện, khối trích xuất đặc trưng, khối đánh giá đặc trưng để thực hiện nhận diện mục tiêu chính xác, thời gian thực. Phương pháp được đề xuất bao gồm các bước: bước 1: thực hiện theo dõi/giám sát các mục tiêu di chuyển trên mặt nước; bước 2: thu tín hiệu phản xạ về của mục tiêu dưới dạng các “ảnh công suất”; bước 3: loại bỏ nhiễu; bước 4: thực hiện lấy một đại diện; bước 5: trích xuất đặc trưng; bước 6: so khớp các đặc trưng được trích xuất của mục tiêu mới và các mục tiêu đã lưu sử dụng khoảng cách vô cùng (infinity norm).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp tự động nhận diện mục tiêu mặt nước. Cụ thể là hệ thống và phương pháp ứng dụng trên radar cảnh giới biển hoàn chỉnh nhằm mục đích tạo lập được một giải pháp có độ chính xác cao, đáp ứng theo thời gian thực với số lượng mẫu lớn. Sáng chế liên quan đến lĩnh vực giám sát mục tiêu được ứng dụng trong hệ thống radar hoặc các hệ thống tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trên thực tế, đã có nhiều hệ thống và phương pháp tự động nhận diện mục tiêu được sử dụng trong rất nhiều hệ thống radar. Việc tự động nhận diện mục tiêu hỗ trợ đắc lực cho việc cảnh giới, giám sát.

Đối với các hệ thống radar cảnh giới biển, số lượng mục tiêu quan sát rất lớn cỡ hàng nghìn cho nên việc tự động nhận diện, phân loại mục tiêu là rất quan trọng. Nó giúp đỡ tránh thủ rất nhiều khi chỉ cần chú tâm vào các mục tiêu quan trọng, đặc biệt mà không cần dàn đều sự chú ý đến tất cả các mục tiêu.

Thêm vào đó, đối với các mục tiêu quân sự, tần suất xuất hiện của mục tiêu là rất thấp, gây trở ngại rất lớn cho các hệ thống học máy để có thể thu thập đủ lượng dữ liệu cần thiết để huấn luyện nhận diện.

Ngoài ra, việc sử dụng các mô hình học máy đòi hỏi phải có hệ thống máy tính cấu hình cao nhằm đáp ứng nhu cầu tính toán rất lớn. Đôi khi dẫn đến việc thời gian đáp ứng của hệ thống sẽ bị chậm.

Giải pháp tự động nhận diện mục tiêu thông thường bao gồm hai phần chính. Đầu tiên là thu thập/ghi lưu thư viện mẫu dữ liệu mục tiêu. Phần này được thiết kế để tránh thủ lựa chọn mục tiêu quan trọng và ghi lưu vào thư viện. Tiếp theo là phần nhận diện mục tiêu, so khớp các mẫu dữ liệu mục tiêu cần quan tâm với thư viện mẫu để xác định chủng loại mục tiêu dựa trên mức độ tương đồng với các mẫu trong thư viện. Phần nhận diện mục tiêu bao gồm bước trích xuất đặc trưng và bước đánh giá đặc trưng.

Trong thực tế hiện tại, các giải pháp trích xuất đặc trưng sử dụng các kỹ thuật cắt ảnh sử dụng ngưỡng, cắt ảnh sử dụng toán tử sai khác nhằm mục đích từ một ảnh gốc có thể bao gồm nhiều cũng như các vật thể khác sẽ cắt ra mục tiêu cần quan tâm. Các kỹ thuật kể trên rất nhạy cảm với nhiễu và phụ thuộc rất lớn vào tỉ số tín trên tạp (SNR) của tín hiệu.

Các giải pháp trích xuất đặc trưng hiện tại sử dụng các thuật toán như mẫu địa phương ba lớp (local ternary pattern) hoặc biểu đồ tần suất đạo hàm (histogram of gradient) để thu thập các đặc trưng của hình ảnh sau khi đã loại bỏ nhiễu. Các kỹ thuật này được sử dụng rất nhiều trong nhận diện khuôn mặt nhưng khi áp dụng vào nhận diện các mục tiêu radar thì xuất hiện rất nhiều điểm yếu, bởi ảnh radar có rất nhiều nhiễu thụ động ảnh hưởng ảnh hưởng trực tiếp đến đường dốc (Gradient) cũng như độ lớn công suất của từng điểm ảnh (pixel).

Các hệ thống đánh giá đặc trưng sử dụng kỹ thuật bình phương tối thiểu (least square) hoặc bộ lọc so khớp (match filter) để nhận diện mục tiêu. Tuy nhiên trong điều kiện nhiễu lớn, số lượng mẫu lớn và nhiễu mẫu hiếm gặp thì sử dụng các kỹ thuật trên có rất nhiều hạn chế.

Ngoài ra để lấy các mẫu gốc (pattern) nhằm mục đích so khớp, vì một mục tiêu sẽ có rất nhiều mẫu gốc (pattern) nên để nhằm mục đích giảm độ phức tạp tính toán cũng như tăng tính tin cậy của ảnh người ta sử dụng các thuật toán lấy trung bình. Tuy nhiên trong các hệ thống radar, độ lớn công suất của từng điểm ảnh thay đổi rất nhiều theo thời gian, cũng như nhiễu rất lớn.

Để khắc phục, trong sáng chế này tác giả đề xuất sử dụng hệ thống và phương pháp lấy trung vị. Hệ thống và phương pháp này đặc biệt hữu hiệu trong môi trường mà chiết suất môi trường thay đổi liên tục như có nhiều mây mưa, giông bão. Thêm vào đó, tín hiệu phản xạ về cũng gặp nhiễu nhiễu lớn, khiến cho tín hiệu tại các khu vực lân cận sẽ nhấp nhô. Để loại bỏ hiệu ứng trên, trong sáng chế này tác giả đề xuất sử dụng phương pháp sử dụng đặc trưng biểu đồ tần suất bão hòa địa phương (local saturated histogram) để tiến hành so khớp dữ liệu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp tự động nhận diện mục tiêu mặt nước giúp đảm bảo nhận diện chính xác, có khả năng xử lý nhanh thích hợp cho các ứng dụng thời gian thực.

Để đạt được mục đích đề ra ở trên, hệ thống tự động nhận diện mục tiêu mặt nước được đề xuất bao gồm: khối ghi lưu mẫu; khối nhận diện mục tiêu. Khối nhận diện mục tiêu bao gồm: khối loại nhiễu, khối lấy đại diện, khối trích xuất đặc trưng, khối đánh giá đặc trưng. Trong đó, tại mỗi khối khác biệt ở chỗ, khối loại nhiễu sử dụng phương pháp loại nhiễu dựa vào biểu đồ tần suất, khối lấy đại diện sử dụng phương pháp trung vị, khối trích xuất đặc trưng sử dụng phương pháp biểu đồ tần suất bão hòa địa phương, khối đánh giá đặc trưng sử dụng phương pháp trượt ma trận hai chiều.

Để đạt được mục đích đề ra ở trên, phương pháp tự động nhận diện mục tiêu mặt nước được đề xuất bao gồm các bước: bước 1: thực hiện theo dõi/giám sát các mục tiêu di chuyển trên mặt nước; bước 2: thu tín hiệu phản xạ về của mục tiêu dưới dạng các “ảnh công suất”; bước 3: loại bỏ nhiễu; bước 4: thực hiện lấy một đại diện; bước 5: trích xuất đặc trưng; bước 6: so khớp các đặc trưng được trích xuất của mục tiêu mới và các mục tiêu đã lưu sử dụng khoảng cách vô cùng (infinity norm).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ khối hệ thống tự động nhận diện mục tiêu mặt nước;

Hình 2 là sơ đồ khối phương pháp tự động nhận diện mục tiêu mặt nước.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trên hệ thống radar xung-doppler (pulse-doppler) cảnh giới biển, các tín hiệu sóng cao tần ra-đi-ô phản hồi về của mục tiêu được trích xuất dưới dạng số hóa thành các giá trị công suất trên các ô phân giải của lưới chia phương vị - cự ly theo tọa độ cực. Tại mỗi vòng quét, mỗi mục tiêu được phát hiện dưới dạng một “ảnh công suất” tạo bởi ma trận hai chiều các giá trị công suất tại các ô phân giải lân cận nhau, có tâm điểm là vị trí phát hiện mục tiêu đó. Các “ảnh công suất” này cùng với vị trí của ảnh và thông tin di chuyển

của mục tiêu được sử dụng làm đầu vào cho bộ nhận dạng tự động mục tiêu mặt nước theo mô tả chi tiết dưới đây.

Hệ thống tự động nhận diện mục tiêu mặt nước được đề xuất bao gồm: khối ghi lưu mẫu 100; khối nhận diện mục tiêu 200, trong đó:

Khối ghi lưu mẫu 100 thực hiện ghi lưu các “ảnh công suất” của các mục tiêu đặc biệt được người dùng lựa chọn vào thư viện mẫu, cùng với một số thông tin mô tả về ảnh công suất đó. Đối với mỗi mục tiêu được lựa chọn, khối này sẽ ghi lại nhiều “ảnh công suất” ở nhiều vị trí và trạng thái khác nhau trong quá trình di chuyển của mục tiêu (thông thường mỗi vòng radar quét qua mục tiêu sẽ có một mẫu mới). Đầu vào của khối ghi lưu mẫu 100 bao gồm:

- Vị trí hiện tại (phương vị, cự ly) và vận tốc (hướng, độ lớn) của mục tiêu, lấy từ phần mềm bám quỹ đạo mục tiêu trên radar;
- Ảnh công suất của mục tiêu, thực tế là một ma trận hai chiều chứa giá trị công suất tín hiệu phản hồi trên từng ô phân giải (phương vị, cự ly) lân cận vị trí hiện tại của mục tiêu;
- Các thông tin mô tả mẫu do người dùng nhập vào khi ấn ghi lưu, bao gồm: tên mẫu, chủng loại mẫu, mô tả về mẫu dữ liệu, thời điểm ghi lưu...

Các mẫu được ghi lại vào cơ sở dữ liệu, tạo thành một thư viện mẫu tín hiệu các loại mục tiêu mặt nước khác nhau. Các thông tin ghi lưu lại của một mẫu bao gồm:

- Ảnh công suất của mục tiêu;
- Cự ly hiện tại của mục tiêu (khoảng cách từ mục tiêu tới tâm đài radar);
- Góc tới của mục tiêu là góc đi từ véc-tơ nối tâm đài mục tiêu đến véc-tơ vận tốc của mục tiêu tại thời điểm lấy mẫu. Các giá trị này tính được từ thông tin vị trí và vận tốc của mục tiêu;
- Các thông tin mô tả mẫu do người dùng nhập vào.

Khối nhận diện mục tiêu 200 bao gồm khối loại nhiễu 201, khối lấy đại diện 202, khối trích xuất đặc trưng 203, khối đánh giá đặc trưng 204. Mỗi khi cần kiểm tra chủng

loại của một mục tiêu mới được quan tâm (từ đây gọi là “mục tiêu nghi vấn”), dữ liệu của mục tiêu đó được đưa qua khối nhận diện mục tiêu 200 để kiểm tra, nhận diện. Trong đó:

Khối loại nhiễu 201 thực hiện loại bỏ các nhiễu môi trường như mây, mưa, nhiễu nội bộ đài radar và loại bỏ cả nhiễu sinh ra do có nhiễu vật thể khác nằm trong “ảnh công suất” cùng với mục tiêu. Đầu vào của khối này là “ảnh công suất” của mục tiêu (bao gồm mục tiêu nghi vấn và các mục tiêu trong thư viện mẫu), đầu ra cũng là “ảnh công suất” nhưng đã được loại bỏ nhiễu. Để loại bỏ nhiễu môi trường và các vật thể khác, thông thường người ta sử dụng cắt ngưỡng hoặc toán tử sai khác.

Hàm cửa sổ được định nghĩa như sau:

$$W[k] = \begin{cases} -1, & -M \leq k \leq 0 \\ 1, & 0 \leq k \leq M \\ 0, & \text{còn lại} \end{cases}$$

Toán tử sai khác được tính như sau:

$$y_i = \begin{cases} (E_{i2}/E_{i1} (E_{i2} - E_{i1})), & E_i \geq 0 \\ (E_{i1}/E_{i2} (E_{i1} - E_{i2})), & E_i < 0 \end{cases}, (i = 1, 2, \dots, N - 2M + 1)$$

Trong đó:

$$E_i = \left| \sum_{j=0}^{2M-1} \{x_{i+j} W[-M+j]\} \right|$$

$$E_{i1} = \left| \sum_{j=0}^{M-1} x_{i+j} \right|$$

$$E_{i2} = \left| \sum_{j=M}^{2M-1} x_{i+j} \right|$$

Việc sử dụng toán tử sai khác hay dùng ngưỡng để loại nhiễu là những phương pháp thông thường được sử dụng. Tuy nhiên phương pháp này rất nhạy cảm với sự thay đổi của môi trường chẳng hạn khi tỉ số tín trên tạp (Signal to Noise Ratio – SNR) thay đổi thì chất lượng của hệ thống sẽ thay đổi rất nhiều.

Để khắc phục tình trạng đó, khối loại nhiễu 201 theo sáng chế được đề xuất sử dụng biểu đồ tần suất (histogram) để thay cho việc lấy ngưỡng cứng. Ngưỡng được chọn

sẽ là cận trên của vùng có tần suất xuất hiện lớn nhất. Sau khi loại bỏ những điểm có giá trị công suất dưới ngưỡng, ta sẽ thu được một ảnh mới gồm những “ốc đảo” (những vùng lân cận nhau có giá trị công suất vượt ngưỡng) cách xa nhau (cách nhau bởi những điểm có công suất dưới ngưỡng). Thực hiện loại bỏ những “ốc đảo” không chứa tâm của mục tiêu cần quan sát. Kết quả cuối cùng sẽ thu được ảnh mới, đã loại bỏ hết nhiễu nền cũng như các vật thể lân cận.

Khối lấy đại diện 202 được sử dụng nhằm mục đích loại bỏ nhiễu trên tập nhiều ảnh dựa vào luật số lớn. Đầu vào của khối này là tập nhiều ảnh công suất đầu ra của khối loại nhiễu 201, đối với cùng một mục tiêu. Với mỗi mục tiêu, ta sẽ có rất nhiều ảnh khác nhau, liên tiếp. Đối với các ảnh quang học thông thường, tỉ số tín trên tạp (SNR) rất lớn cho nên nếu chụp cùng một mục tiêu nhiều lần, cùng góc độ sẽ cho ra các bức ảnh khá giống nhau. Tuy nhiên đối với ảnh radar, chất lượng tín hiệu sẽ khác nhau rất nhiều giữa các lần chụp do nhiễu môi trường cũng như nhiễu nội bộ của hệ thống radar. Chính vì thế, để tăng khả năng chống nhiễu của hệ thống, khối lấy đại diện 202 sẽ lấy ra một đại diện duy nhất từ tập rất nhiều ảnh mẫu của cùng một mục tiêu. Thông thường, trong các phương pháp tương tự người ta sẽ sử dụng trung bình cộng hoặc mẫu Fermat để tối thiểu hóa sai khác giữa tập ảnh và mẫu đại diện.

Mẫu trung bình cộng đại diện được lấy theo công thức:

$$\bar{r} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i$$

Mẫu Fermat chính là điểm dừng của hàm:

$$G(\tilde{r}) = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{r_i}{\|r_i - \tilde{r}\|}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\|r_i - \tilde{r}\|}}$$

Tức là: $G(\hat{r}) = \hat{r}$

Phương pháp trên có yếu điểm là nhạy cảm với các mẫu ngoại lai, nếu có mẫu ngoại lai sai khác lớn sẽ làm giảm hẳn chất lượng ảnh đại diện.

Trong sáng chế đề xuất, khối lấy đại diện 202 sử dụng phương pháp trung vị. Trung vị của một tập hợp chính là giá trị đứng giữa sau khi đã sắp xếp của tập hợp đó. Việc sử dụng trung vị giảm sự thay đổi của hệ thống đối với các ảnh ngoại lai.

Kết quả thu được của khối lấy đại diện 202 này là một ảnh đại diện cho tập ảnh đầu vào, thể hiện các tín hiệu phản xạ về đặc trưng cho mục tiêu cần quan sát đã được lọc bỏ các nhiễu ngẫu nhiên.

Khối trích xuất đặc trưng 203 thực hiện trích xuất đặc trưng của mục tiêu. Đầu vào của khối trích xuất đặc trưng 203 này là ảnh đại diện đầu ra của khối 202. Đối với các phương pháp hiện tại, đặc trưng được sử dụng chính là bức ảnh đại diện. Tuy nhiên trong môi trường có nhiễu, bức ảnh đại diện cũng chưa thể phản ánh chân thực nhất đặc trưng của mục tiêu. Để khắc phục nhược điểm trên, sáng chế đề xuất sử dụng “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương” (Local Saturated Histogram – LSH).

Ý tưởng của phương pháp “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương” (LSH) là mỗi điểm ảnh của ảnh đại diện sẽ được đặc trưng bằng một véc-tơ đặc trưng lấy từ “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương”. Bão hòa là bởi vì khác với biểu đồ tần suất thông thường, biểu đồ tần suất này được xây dựng với khoảng giá trị không bằng nhau giữa các nhóm giá trị.

Đầu ra của khối trích xuất đặc trưng 203 này là một ma trận các đặc trưng có kích thước $M \times N$ đại diện cho kích thước của mục tiêu (theo chiều phương vị và cự ly).

Khối đánh giá đặc trưng 204 được sử dụng để so khớp đặc trưng của mẫu đã lưu trong thư viện mẫu với đặc trưng của mục tiêu nghi vấn (tất cả các đặc trưng này đều thu được từ khối trích xuất đặc trưng 203). Ta sẽ thực hiện đánh giá mức độ giống nhau của mục tiêu nghi vấn với một mục tiêu trong thư viện (quá khứ) bằng cách đánh giá sự giống nhau của các đặc trưng trích xuất ra từ khối trích xuất đặc trưng 203. Để so sánh độ khớp của hai ma trận đặc trưng ta thực hiện tính toán khoảng cách vô cùng (infinity norm) giữa hai ma trận.

$$d = \sum_{i,j} |a_{ij} - b_{ij}|$$

Trong đó a_{ij} và b_{ij} là các phần tử tương ứng của hai ma trận.

Các kỹ thuật thường được sử dụng là bình phương tối thiểu hoặc lọc so khớp.

Theo một phương án thực hiện sáng chế, phương pháp tự động nhận diện mục tiêu mặt nước được đề xuất bao gồm các bước:

- Bước 1: thực hiện theo dõi/giám sát các mục tiêu di chuyển trên mặt nước.

Tại bước này, hệ thống radar xung doppler (pulse-doppler) sẽ được sử dụng để thực hiện theo dõi/giám sát các mục tiêu di chuyển trên mặt nước.

- Bước 2: thu tín hiệu phản xạ về của mục tiêu dưới dạng các “ảnh công suất”.

Trên hệ thống radar xung-doppler (pulse-doppler) cảnh giới biên, các tín hiệu sóng cao tần ra-đi-ô phản hồi về của mục tiêu được trích xuất dưới dạng số hóa thành các giá trị công suất trên các ô phân giải của lưới chia phương vị - cự ly theo tọa độ cực. Tại mỗi vòng quét, mỗi mục tiêu được phát hiện dưới dạng một “ảnh công suất” tạo bởi ma trận hai chiều các giá trị công suất tại các ô phân giải lân cận nhau, có tâm điểm là vị trí phát hiện mục tiêu đó. Các “ảnh công suất” này cùng với vị trí của ảnh và thông tin di chuyển của mục tiêu được sử dụng làm đầu vào cho bộ nhận dạng tự động mục tiêu mặt nước.

- Bước 3: loại bỏ nhiễu.

Sử dụng khối loại nhiễu 201 nhằm loại bỏ các nhiễu môi trường như mây, mưa, nhiễu nội đài và loại bỏ cả nhiễu sinh ra do có nhiều vật thể khác nằm trong ảnh cùng với mục tiêu cần quan tâm, sử dụng histogram (biểu đồ tần suất). Các bước thực hiện của khối loại nhiễu 201 như sau:

- Chọn một số nguyên dương thích hợp để làm số nhóm của biểu đồ tần suất;
- Xây dựng biểu đồ tần suất (histogram) của ảnh công suất mục tiêu;
- Tìm nhóm có tần suất xuất hiện nhiều nhất. Ngưỡng trên của nhóm đó chính là giá trị ngưỡng công suất;
- Giá trị công suất tại điểm ảnh nào mà nhỏ hơn ngưỡng đều bị triệt tiêu (gán giá trị 0);
- Từ trung tâm bức ảnh đi ra ngoài, nếu điểm ảnh nào có công suất triệt tiêu thì đó không phải là mục tiêu. Nếu điểm ảnh nào gần vùng trung tâm mà có công suất lớn hơn ngưỡng thì đó được coi là nằm trong vùng trung tâm (và cũng là thuộc mục tiêu). Điểm ảnh nào không nằm cạnh vùng trung tâm nhưng có giá trị công suất cao cũng bị loại bỏ.
- Bước 4: thực hiện lấy một đại diện.

Những tín hiệu thu được của mục tiêu từ bước 3 sẽ được tích lũy qua nhiều vòng quét sau đó sẽ thực hiện lấy một đại diện nhằm mục đích loại bỏ nhiễu trên tập ảnh dựa vào luật số lớn và phương pháp trung vị, cụ thể: bước này được thực hiện tại khối lấy đại diện 202, sử dụng phương pháp trung vị. Trung vị của một tập hợp chính là giá trị đứng giữa sau khi đã sắp xếp của tập hợp đó. Việc sử dụng trung vị giảm sự thay đổi của hệ thống đối với các ảnh ngoại lai.

Cụ thể, với mỗi vòng quét ta sẽ thu được một ảnh công suất dạng ma trận $M*N$ tương ứng với chiều dài và chiều rộng của mục tiêu (theo phương vị và cự ly). Thực hiện xếp chồng các bức ảnh mục tiêu qua từng vòng quét với nhau thì tại mỗi điểm của mục tiêu sẽ được đại diện bởi một véc-tơ có số phần tử bằng đúng số vòng quét, hay số lượng bức ảnh xếp chồng. Mỗi véc-tơ này sẽ được đại diện bằng trung vị các phần tử của nó. Như vậy ảnh đại diện cuối cùng của mục tiêu sẽ vẫn là một ma trận $M*N$ cùng kích thước, nhưng nhiễu ngẫu nhiên đã bị loại bỏ hết.

- Bước 5: trích xuất đặc trưng.

Tại bước này, sử dụng thuật toán “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương” (Local Saturated Histogram – LSH), cụ thể được thực hiện tại khối trích xuất đặc trưng 203, sau khi đã xem mỗi điểm ảnh của ảnh đại diện sẽ được đặc trưng bằng một véc-tơ đặc trưng lấy từ “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương”.

Chọn một số nguyên dương P bất kỳ (ví dụ 10). Lấy giá trị công suất cao nhất của một điểm ảnh trong bức ảnh đại diện của mục tiêu, gọi giá trị đó là Z . “khoảng giá trị thường” giữa các nhóm giá trị sẽ là Z/P .

Với mỗi điểm ảnh, mở một cửa sổ $(2L+1)*(2H+1)$ có tâm chính là điểm ảnh đang xét, với L và H là hai số dương được chọn cho phù hợp với hệ thống. L và H càng lớn, tương ứng với cửa sổ càng lớn, thì đặc trưng được trích xuất ra sẽ đại diện cho một khu vực lớn hơn trong ảnh. Kích thước càng lớn thì càng giảm nhiễu tốt, nhưng bù lại nó sẽ làm giảm độ phân giải của ảnh. Kích thước càng nhỏ thì độ nhạy cảm với nhiễu càng tăng.

Chọn số lượng nhóm giá trị (bin number) - Q cho biểu đồ tần suất (Q là một số lẻ).

Trong vùng cửa sổ đã chọn, xây dựng biểu đồ tần suất với “khoảng giá trị thường” cho tất cả các nhóm giá trị. Tần suất của một nhóm được tính bằng tổng số lần giá trị của

một điểm trong ảnh đại diện của mục tiêu nằm trong nhóm giá trị đang xét. Giá trị lớn nhất của nhóm lớn nhất sẽ là dương vô cùng, giá trị nhỏ nhất của nhóm nhỏ nhất sẽ là âm vô cùng.

- Bước 6: so khớp các đặc trưng được trích xuất của mục tiêu mới và các mục tiêu đã lưu sử dụng khoảng cách vô cùng (infinity norm).

Bước này được thực hiện tại khối đánh giá đặc trưng 204. Cụ thể ta sẽ thực hiện đánh giá mức độ giống nhau của một mục tiêu cần theo dõi với một mục tiêu trong quá khứ bằng cách đánh giá sự giống nhau của các đặc trưng trích xuất ra từ khối trích xuất đặc trưng 203. Để so sánh độ khớp của hai ma trận đặc trưng ta thực hiện tính toán khoảng cách vô cùng (infinity norm) giữa hai ma trận.

$$d = \sum_{i,j} |a_{ij} - b_{ij}|$$

Trong đó a_{ij} và b_{ij} là các phần tử tương ứng của hai ma trận.

Ta thấy rằng khoảng cách giữa hai ma trận đặc trưng tính theo công thức trên càng lớn thì các mục tiêu càng khác nhau. Dựa vào thực nghiệm ta sẽ chọn một ngưỡng D . Nếu ($d < D$) thì ta kết luận hai mục tiêu được so khớp là cùng loại. Hoặc cũng có thể tính tỷ lệ khớp theo phần trăm giữa 2 mẫu mục tiêu theo công thức sau:

$$k = \left(1 - \frac{d}{2 * M * N}\right) * 100\%$$

Kết quả cuối cùng của sáng chế cho phép ta nhận diện được chủng loại của mục tiêu nghi vấn dựa trên tập thư viện mẫu đã ghi lưu trước đó, cụ thể:

- Tỷ lệ khớp theo phần trăm của mục tiêu nghi vấn với từng tập mẫu dữ liệu trong thư viện (ví dụ: khớp 80% với tàu chở dầu, khớp 60% với tàu tuần dương...);
- Kết luận mục tiêu nghi vấn cùng loại với các mẫu dữ liệu nào trong thư viện (khi so khớp với mẫu đó mà $d < D$, hoặc tỷ lệ khớp theo % lớn hơn một ngưỡng cụ thể: $k > K$).

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống tự động nhận diện mục tiêu mặt nước bao gồm: khối ghi lưu mẫu; khối nhận diện mục tiêu, trong đó:

khối ghi lưu mẫu thực hiện ghi lưu các “ảnh công suất” của các mục tiêu đặc biệt được người dùng lựa chọn vào thư viện mẫu, cùng với một số thông tin mô tả về ảnh công suất đó; đối với mỗi mục tiêu được lựa chọn, khối này sẽ ghi lại nhiều “ảnh công suất” ở nhiều vị trí và trạng thái khác nhau trong quá trình di chuyển của mục tiêu (thông thường mỗi vòng radar quét qua mục tiêu sẽ có một mẫu mới); đầu vào của khối ghi lưu mẫu bao gồm:

vị trí hiện tại (phương vị, cự ly) và vận tốc (hướng, độ lớn) của mục tiêu, lấy từ phần mềm bám quỹ đạo mục tiêu trên radar;

ảnh công suất của mục tiêu, thực tế là một ma trận hai chiều chứa giá trị công suất tín hiệu phản hồi trên từng ô phân giải (phương vị, cự ly) lân cận vị trí hiện tại của mục tiêu;

các thông tin mô tả mẫu do người dùng nhập vào khi ấn ghi lưu, bao gồm: tên mẫu, chủng loại mẫu, mô tả về mẫu dữ liệu, thời điểm ghi lưu;

các mẫu được ghi lại vào cơ sở dữ liệu, tạo thành một thư viện mẫu tín hiệu các loại mục tiêu mặt nước khác nhau. Các thông tin ghi lưu lại của một mẫu bao gồm:

ảnh công suất của mục tiêu;

cự ly hiện tại của mục tiêu (khoảng cách từ mục tiêu tới tâm đài radar);

góc tới của mục tiêu là góc đi từ véc-tơ nối tâm đài mục tiêu đến véc-tơ vận tốc của mục tiêu tại thời điểm lấy mẫu; các giá trị này tính được từ thông tin vị trí và vận tốc của mục tiêu;

các thông tin mô tả mẫu do người dùng nhập vào.

khối nhận diện mục tiêu bao gồm khối loại nhiễu, khối lấy đại diện, khối trích xuất đặc trưng, khối đánh giá đặc trưng; mỗi khi cần kiểm tra chủng loại của một mục tiêu mới

được quan tâm (từ đây gọi là “mục tiêu nghi vấn”), dữ liệu của mục tiêu đó được đưa qua khối nhận diện mục tiêu để kiểm tra, nhận diện; trong đó:

khối loại nhiễu: thực hiện loại bỏ các nhiễu môi trường như mây, mưa, nhiễu nội bộ đài radar và loại bỏ cả nhiễu sinh ra do có nhiều vật thể khác nằm trong “ảnh công suất” cùng với mục tiêu; đầu vào của khối này là “ảnh công suất” của mục tiêu (bao gồm mục tiêu nghi vấn và các mục tiêu trong thư viện mẫu), đầu ra cũng là “ảnh công suất” nhưng đã được loại bỏ nhiễu; để loại bỏ nhiễu môi trường và các vật thể khác, khối loại nhiễu sử dụng biểu đồ tần suất (histogram); ngưỡng được chọn sẽ là cận trên của vùng có tần suất xuất hiện lớn nhất; sau khi loại bỏ những điểm có giá trị công suất dưới ngưỡng, ta sẽ thu được một ảnh mới gồm những “ốc đảo” (những vùng lân cận nhau có giá trị công suất vượt ngưỡng) cách xa nhau (cách nhau bởi những điểm có công suất dưới ngưỡng); thực hiện loại bỏ những “ốc đảo” không chứa tâm của mục tiêu cần quan sát; kết quả cuối cùng sẽ thu được ảnh mới, đã loại bỏ hết nhiễu nền cũng như các vật thể lân cận;

khối lấy đại diện: được sử dụng nhằm mục đích loại bỏ nhiễu trên tập nhiều ảnh dựa vào luật số lớn; đầu vào của khối này là tập nhiều ảnh công suất đầu ra của khối loại nhiễu, đối với cùng một mục tiêu; với mỗi mục tiêu, ta sẽ có rất nhiều ảnh khác nhau, liên tiếp; đối với các ảnh quang học thông thường, tỉ số tín trên tạp (SNR) rất lớn cho nên nếu chụp cùng một mục tiêu nhiều lần, cùng góc độ sẽ cho ra các bức ảnh khá giống nhau; tuy nhiên đối với ảnh radar, chất lượng tín hiệu sẽ khác nhau rất nhiều giữa các lần chụp do nhiễu môi trường cũng như nhiễu nội bộ của hệ thống radar; chính vì thế, để tăng khả năng chống nhiễu của hệ thống, khối lấy đại diện sẽ lấy ra một đại diện duy nhất từ tập rất nhiều ảnh mẫu của cùng một mục tiêu; để thực hiện điều này, khối lấy đại diện sử dụng phương pháp trung vị; trung vị của một tập hợp chính là giá trị đứng giữa sau khi đã sắp xếp của tập hợp đó; việc sử dụng trung vị giảm sự thay đổi của hệ thống đối với các ảnh ngoại lai; kết quả thu được của khối lấy đại diện này là một ảnh đại diện cho tập ảnh đầu vào, thể hiện các tín hiệu phản xạ về đặc trưng cho mục tiêu cần quan sát đã được lọc bỏ các nhiễu ngẫu nhiên.

khối trích xuất đặc trưng: thực hiện trích xuất đặc trưng của mục tiêu; đầu vào của khối trích xuất đặc trưng này là ảnh đại diện đầu ra của khối lấy đại diện; khối trích xuất

đặc trưng trong, sáng chế sử dụng “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương” (local saturated histogram – LSH); cụ thể, “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương” (LSH) là mỗi điểm ảnh của ảnh đại diện sẽ được đặc trưng bằng một véc-tơ đặc trưng lấy từ “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương”; bão hòa là bởi vì khác với biểu đồ tần suất thông thường, biểu đồ tần suất này được xây dựng với khoảng giá trị không bằng nhau giữa các nhóm giá trị; đầu ra của khối trích xuất đặc trưng này là một ma trận các đặc trưng có kích thước $M \times N$ đại diện cho kích thước của mục tiêu (theo chiều phương vị và cự ly);

khối đánh giá đặc trưng: được sử dụng để so khớp đặc trưng của mẫu đã lưu trong thư viện mẫu với đặc trưng của mục tiêu nghi vấn (tất cả các đặc trưng này đều thu được từ khối trích xuất đặc trưng; tại khối này, thực hiện đánh giá mức độ giống nhau của mục tiêu nghi vấn với một mục tiêu trong thư viện (quá khứ) bằng cách đánh giá sự giống nhau của các đặc trưng trích xuất ra từ khối trích xuất đặc trưng; để so sánh độ khớp của hai ma trận đặc trưng ta thực hiện tính toán khoảng cách vô cùng (infinity norm) giữa hai ma trận.

$$d = \sum_{i,j} |a_{ij} - b_{ij}|$$

trong đó a_{ij} và b_{ij} là các phần tử tương ứng của hai ma trận.

2. Phương pháp tự động nhận diện mục tiêu mặt nước bao gồm sáu bước, cụ thể:

bước 1: thực hiện theo dõi/giám sát các mục tiêu di chuyển trên mặt nước; tại bước này, hệ thống radar xung doppler (pulse-doppler) sẽ được sử dụng để thực hiện theo dõi/giám sát các mục tiêu di chuyển trên mặt nước;

bước 2: thu tín hiệu phản xạ về của mục tiêu dưới dạng các “ảnh công suất”; theo đó, trên hệ thống radar xung-doppler (pulse-doppler) cảnh giới biển, các tín hiệu sóng cao tần ra-đi-ô phản hồi về của mục tiêu được trích xuất dưới dạng số hóa thành các giá trị công suất trên các ô phân giải của lưới chia phương vị - cự ly theo tọa độ cực; tại mỗi vòng quét, mỗi mục tiêu được phát hiện dưới dạng một “ảnh công suất” tạo bởi ma trận hai chiều các giá trị công suất tại các ô phân giải lân cận nhau, có tâm điểm là vị trí phát hiện mục tiêu đó; các “ảnh công suất” này cùng với vị trí của ảnh và thông tin di chuyển của mục tiêu được sử dụng làm đầu vào cho bộ nhận dạng tự động mục tiêu mặt nước;

bước 3: loại bỏ nhiễu, tại bước này, sử dụng khối loại nhiễu nhằm loại bỏ các nhiễu môi trường như mây, mưa, nhiễu nội đài và loại bỏ cả nhiễu sinh ra do có nhiều vật

thể khác nằm trong ảnh cùng với mục tiêu cần quan tâm, sử dụng biểu đồ tần suất; các bước thực hiện của khối loại nhiều như sau:

chọn một số nguyên dương thích hợp để làm số nhóm của biểu đồ tần suất;

xây dựng biểu đồ tần suất của ảnh công suất mục tiêu;

tìm nhóm có tần suất xuất hiện nhiều nhất; ngưỡng trên của nhóm đó chính là giá trị ngưỡng công suất;

giá trị công suất tại điểm ảnh nào mà nhỏ hơn ngưỡng đều bị triệt tiêu (gán giá trị 0);

từ trung tâm bức ảnh đi ra ngoài, nếu điểm ảnh nào có công suất triệt tiêu thì đó không phải là mục tiêu; nếu điểm ảnh nào gần vùng trung tâm mà có công suất lớn hơn ngưỡng thì đó được coi là nằm trong vùng trung tâm (và cũng là thuộc mục tiêu); điểm ảnh nào không nằm cạnh vùng trung tâm nhưng có giá trị công suất cao cũng bị loại bỏ;

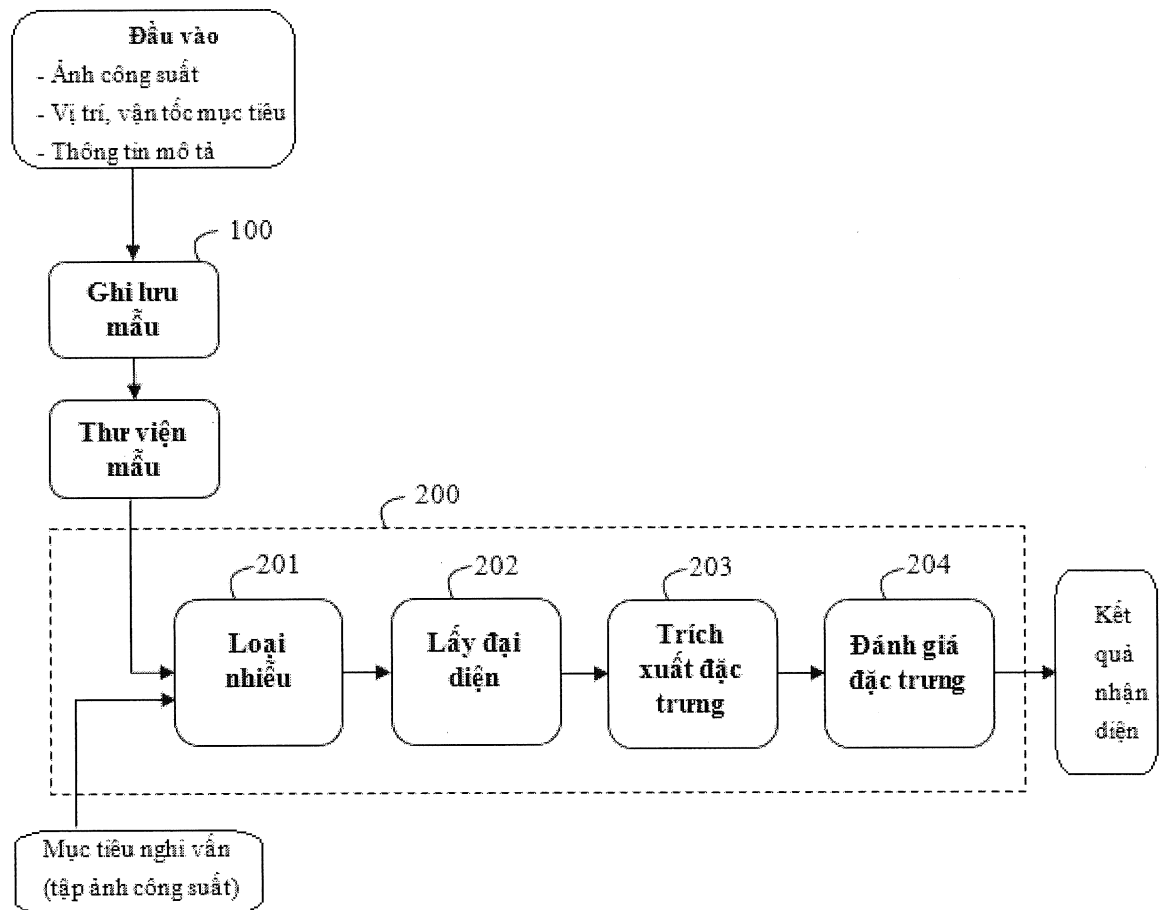
bước 4: thực hiện lấy một đại diện; những tín hiệu thu được của mục tiêu từ bước 3 sẽ được tích lũy qua nhiều vòng quét, sau đó sẽ thực hiện lấy một đại diện nhằm mục đích loại bỏ nhiễu trên tập ảnh dựa vào luật số lớn và phương pháp trung vị, cụ thể: bước này được thực hiện tại khối lấy đại diện, sử dụng phương pháp trung vị,

bước 5: trích xuất đặc trưng; tại bước này, sử dụng thuật toán “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương”, cụ thể được thực hiện tại khối trích xuất đặc trưng, sau khi đã xem mỗi điểm ảnh của ảnh đại diện sẽ được đặc trưng bằng một véc-tơ đặc trưng lấy từ “biểu đồ tần suất bão hòa địa phương”;

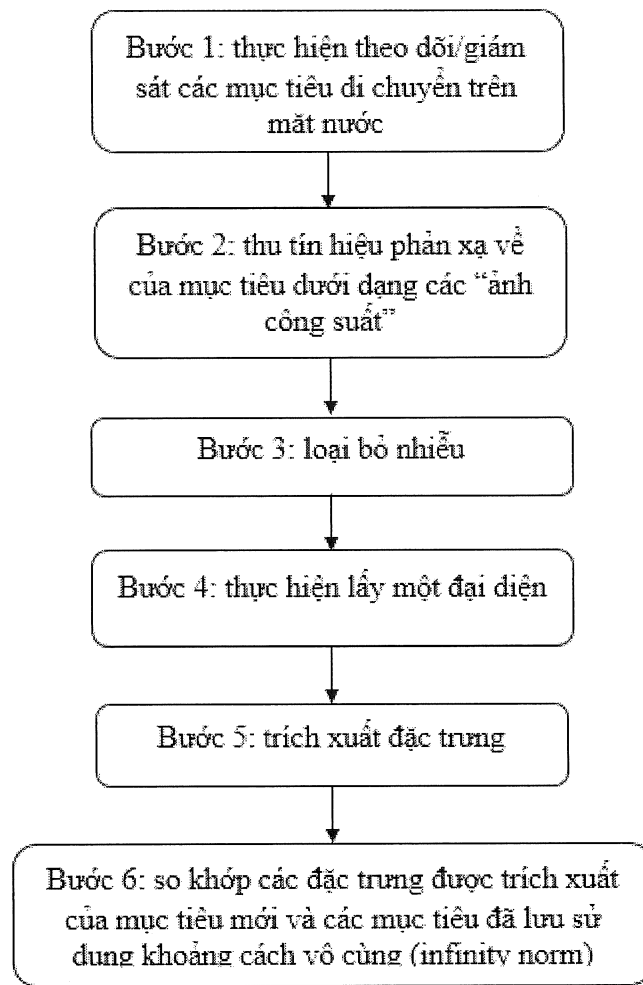
bước 6: so khớp các đặc trưng được trích xuất của mục tiêu mới và các mục tiêu đã lưu sử dụng khoảng cách vô cùng; bước này được thực hiện tại khối đánh giá đặc trưng; cụ thể ta sẽ thực hiện đánh giá mức độ giống nhau của một mục tiêu cần theo dõi với một mục tiêu trong quá khứ bằng cách đánh giá sự giống nhau của các đặc trưng trích xuất ra từ khối trích xuất đặc trưng, từ đó cho phép ta nhận diện được chủng loại của mục tiêu nghi vấn dựa trên tập thư viện mẫu đã ghi lưu trước đó, cụ thể:

tỷ lệ khớp theo phần trăm của mục tiêu nghi vấn với từng tập mẫu dữ liệu trong thư viện (ví dụ: khớp 80% với tàu chở dầu, khớp 60% với tàu tuần dương...);

kết luận mục tiêu nghi vấn cùng loại với các mẫu dữ liệu nào trong thư viện (khi so khớp với mẫu đó mà $d < D$, hoặc tỷ lệ khớp theo % lớn hơn một ngưỡng cụ thể: $k > K$).



Hình 1



Hình 2