



(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)



1-0042200

(51)^{2020.01} G01S 13/00

(13) B

(21) 1-2021-04077

(22) 02/07/2021

(45) 25/12/2024 441

(43) 27/09/2021 402

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

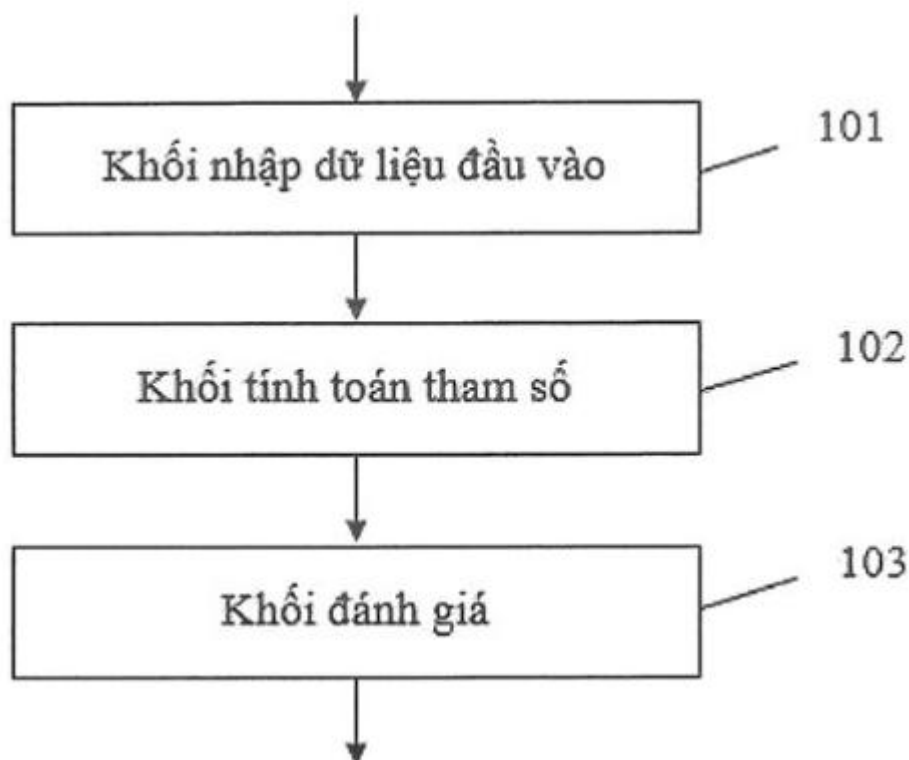
Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Văn Lợi (VN); Trần Quốc Tuấn (VN); Trần Trung Kiên (VN); Trần Văn Trường (VN); Trần Vũ Hợp (VN).

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

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ GOM CHÙM MỤC TIÊU CHO RAĐA BIÊN PHÂN GIẢI CAO

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biên phân giải cao giải quyết vấn đề đánh giá chất lượng gom chùm. Hệ thống được đề xuất bao gồm các khối: khối nhập dữ liệu đầu vào, khối tính toán tham số, khối đánh giá và xuất kết quả; phương pháp được đề xuất bao gồm các bước: nhập dữ liệu đầu vào, tính toán tham số và đánh giá và xuất kết quả. Hệ thống và phương pháp được đề xuất trong sáng chế này nhằm giải quyết vấn đề đánh giá chất lượng hệ thống radar theo chỉ tiêu chiến – kỹ thuật ở mức tâm chùm mục tiêu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biển phân giải cao. Cụ thể, hệ thống và phương pháp đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biển phân giải cao được ứng dụng trong lĩnh vực radar, nâng cao chất lượng đài radar, phục vụ nhiệm vụ cảnh giới, giám sát, dẫn đường, cứu hộ, cứu nạn trên biển.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống và phương pháp đánh giá gom chùm mục tiêu được đề xuất trong sáng chế này nhằm giải quyết vấn đề đánh giá chất lượng hệ thống radar theo chỉ tiêu chiến – kỹ thuật ở mức tâm chùm mục tiêu.

Đối với các radar biển phân giải cao với mục tiêu là tàu, thuyền thì ở mỗi vòng quét tín hiệu radar phản hồi từ mục tiêu sẽ tạo thành chùm điểm dấu (thu được sau khối xử lý tín hiệu). Khối gom chùm thực hiện gom các điểm dấu của một mục tiêu để tạo thành chùm điểm dấu và sau đó tính toán xác định vị trí tâm chùm của mục tiêu tại mỗi vòng quét. Tọa độ tâm chùm mục tiêu sau đó sẽ được đưa vào khối khởi tạo và bám quỹ đạo mục tiêu để hình thành lên quỹ đạo mục tiêu và hiển thị trên màn hình radar (tham chiếu Hình 1).

Khối gom chùm có vị trí rất quan trọng trong hệ thống xử lý tín hiệu radar vì đầu ra của nó là đầu vào của Khối khởi tạo và bám quỹ đạo mục tiêu. Sai số lớn trong gom và xác định tọa độ tâm chùm mục tiêu ở mỗi vòng quét có thể dẫn tới việc không thể khởi tạo quỹ đạo mục tiêu hoặc mất bám quỹ đạo mục tiêu trên màn hình radar, điều này ảnh hưởng trực tiếp tới chất lượng của đài do không đáp ứng được chỉ tiêu chiến – kỹ thuật.

Tuy nhiên, hiện nay không có công trình nghiên cứu hay sáng chế trên thế giới đề cập tới việc xây dựng hệ thống và phương pháp đánh giá khối gom chùm. Hệ thống và phương pháp được đề cập trong sáng chế này nhằm mục đích khóa lấp lỗ hổng nói trên. Việc này có ý nghĩa không chỉ giúp đánh giá và nâng cao chất lượng của đài radar, mà còn là tiền đề để giúp chúng ta xác định các tham số hệ thống phù hợp trong quá trình nghiên cứu, thiết kế chế tạo đài.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích thứ nhất của sáng chế là đề xuất hệ thống đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biển phân giải cao. Để đạt được mục đích trên, hệ thống được đề xuất bao gồm các khối:

- Khối nhập dữ liệu mục tiêu đầu vào: thực hiện tải dữ liệu cần đánh giá. Dữ liệu là tập tin thông tin tâm chùm mục tiêu qua các vòng quét radar gồm: ID mục tiêu, thời gian, cự ly mục tiêu theo radar, phương vị mục tiêu theo radar, trạng thái mục tiêu (1 nếu có điểm dấu, 0 nếu mất điểm dấu), cự ly mục tiêu theo AIS và phương vị mục tiêu theo AIS. Dữ liệu này được xuất từ khối Xử lý thông tin của radar. Ngoài ra, còn 01 tập tin lưu các giá trị tham số phục vụ tính toán thuật toán cho các khối sau cũng được tải vào ở bước này.
- Khối tính toán tham số: thực hiện tính toán giá trị các tham số phục vụ đánh giá chất lượng gom chùm mục tiêu. Các tham số được tính toán cho từng mục tiêu gồm: hệ số vỡ tâm chùm, hệ số mất dấu mục tiêu, hệ số ngược xu hướng, độ chính xác và tỉ lệ điểm thay đổi.
- Khối đánh giá và xuất kết quả: thực hiện tính giá trị trung bình cho các tham số ở “Khối tính toán tham số” theo số mục tiêu được đưa vào đánh giá có trong tập tin nhập dữ liệu và trả kết quả đánh giá ra tập tin dưới định dạng csv.

Mục đích thứ hai của sáng chế là đề xuất phương pháp đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biển phân giải cao. Để đạt được mục đích trên, phương pháp được đề xuất bao gồm 03 bước: nhập dữ liệu đầu vào, tính toán tham số, đánh giá và xuất kết quả.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ sơ đồ xử lý tin tức radar;

Hình 2 là hình vẽ sơ đồ hệ thống đề xuất trong sáng chế;

Hình 3 là hình vẽ minh họa điểm thay đổi mức độ

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo phương án thực hiện thứ nhất, sáng chế đề xuất hệ thống đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biển phân giải cao. Đây là hệ thống độc lập với hệ thống xử lý thông tin trên đài radar và bao gồm ba khối con tương ứng với ba chức năng. Cụ thể:

Chức năng 1: nhập dữ liệu đầu vào (sau đây gọi là “khối nhập dữ liệu đầu vào 101”).

Chức năng 2: tính toán tham số (sau đây gọi là “khối tính toán tham số 102”).

Chức năng 3: đánh giá và xuất kết quả (sau đây gọi là “khối đánh giá 103”).

Đầu ra của khối nhập dữ liệu đầu vào 101 sẽ được sử dụng làm đầu vào của khối tính toán tham số 102; tương tự như vậy, đầu ra của khối tính toán tham số 102 sẽ được sử dụng làm đầu vào của khối đánh giá 103. Cụ thể:

Khối nhập dữ liệu đầu vào 101: có mục đích là tải các tập tin dữ liệu đầu vào được thu thập qua hệ thống radar để phục vụ đánh giá. Các tập tin dữ liệu này được định dạng *.csv và bao gồm:

Tập tin data.csv chứa dữ liệu vị trí (cự ly, phương vị, thời gian) tâm chùm mục tiêu theo radar và AIS (Automatic Identification System - hệ thống tự động nhận dạng mục tiêu). Việc thu thập dữ liệu được thao tác qua màn hình radar. Đầu tiên, lựa chọn mục tiêu trên màn hình. Sau đó lựa chọn ghi và xuất dữ liệu để xuất ra tập tin data.csv từ hệ thống xử lý thông tin của radar.

Tập tin constant.csv chứa giá trị các ngưỡng (hằng số) được sử dụng cho tính toán ở khối tính toán tham số 102. Các hằng số gồm γ_1 (ngưỡng thay đổi thứ nhất), γ_2 (ngưỡng thay đổi thứ hai), φ (thời gian giữa hai điểm thay đổi) và các giá trị L_i ($i = 1, \dots, 6$) là trọng số của từng tham số tính toán ở Bước 2. Các tham số γ_1 , γ_2 và φ sẽ được lựa chọn theo phương pháp thống kê tùy theo từng đài radar cụ thể. Các giá trị L_i có thể được lấy như nhau và bằng 1/6, hoặc có thể lấy theo mức độ ưu tiên. Ví dụ, nếu chúng ta quan tâm nhiều tới độ ổn định cấu trúc chúng ta có thể để trọng số của tham số “tỉ lệ điểm thay đổi” cao hơn so với các tham số còn lại.

Kết quả đầu ra của khối nhập dữ liệu đầu vào 101 là dữ liệu được thể hiện dưới dạng Bảng 1.

ID mục tiêu	Thời gian (s)	Cự ly mục tiêu theo radar (m)	Phương vị mục tiêu theo radar (độ)	Trạng thái mục tiêu	Cự ly mục tiêu theo AIS (m)	Phương vị mục tiêu theo AIS (độ)

Bảng 1

Trong đó: trạng thái mục tiêu bao gồm trạng thái 1: có điểm dấu và trạng thái 2: mất điểm dấu.

Khối tính toán tham số 102: thực hiện tính toán các tham số (hệ số vỡ chùm, hệ số mất dấu, hệ số ngược xu hướng, độ chính xác và tỉ lệ điểm thay đổi) của tâm chùm mục tiêu radar. Đầu ra của khối tính toán tham số 102 là tập tin *.csv có dạng Bảng 2:

ID mục tiêu	Hệ số vỡ tâm chùm	Hệ số mất điểm đầu	Hệ số ngược xu hướng	Độ chính xác cự ly tâm chùm	Độ chính xác phương vị tâm chùm	Tỉ lệ điểm thay đổi

Bảng 2

Khởi đánh giá và xuất kết quả 103 – thực hiện đánh giá chất lượng gom chùm mục tiêu và xuất kết quả đánh giá dưới dạng tập tin *.csv có dạng Bảng 3.

	Hệ số vỡ tâm chùm	Hệ số mất điểm đầu	Hệ số ngược xu hướng	Độ chính xác cự ly tâm chùm	Độ chính xác phương vị tâm chùm	Tỉ lệ điểm thay đổi
Trung bình						
Kết quả đánh giá						

Bảng 3

Theo phương án thực hiện thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biển phân giải cao. Phương pháp bao gồm các bước sau:

Bước 1: nhập dữ liệu đầu vào;

Tại bước này, hai tập dữ liệu (là data.csv và constant.csv như mô tả ở trên) được nhập vào để đưa vào khối tính toán tham số 102.

Đầu ra của bước 1 là dữ liệu tâm chùm của từng mục tiêu được thể hiện như trong Bảng 1 được dẫn chiếu ở trên.

Bước 2: tính toán tham số;

Đầu vào: thông tin vị trí tâm chùm của các mục tiêu dưới dạng bảng 1; các hằng số (constant) được nhập vào ở bước 1.

Trong đó ID là số hiệu mục tiêu. Mỗi mục tiêu chỉ có một số hiệu này để phân biệt các mục tiêu với nhau. “Trạng thái mục tiêu” là giá trị lô-gic 0 hoặc 1 (giá trị 0 tương ứng khi không có tâm chùm mục tiêu - mất đầu mục tiêu trên màn hình radar và giá trị 1 khi xuất hiện tâm chùm mục tiêu trên màn hình radar).

Đầu ra: các tham số tính toán (hệ số vỡ chùm, hệ số mất dấu, hệ số ngược xu hướng, độ chính xác và tỉ lệ điểm thay đổi mức độ).

Thực hiện:

- Hệ số vỡ tâm chùm của mỗi mục tiêu được tính theo công thức:

$$\text{Hệ số vỡ tâm chùm} = \frac{\text{Tổng số tâm chùm hình thành}}{\text{Tổng số vòng quét mục tiêu}} - 1$$

- Hệ số mất dấu mục tiêu:

$$\text{Hệ số mất điểm dấu} = 1 - \frac{\text{số lần không có tâm chùm}}{\text{Tổng số vòng quét mục tiêu}}$$

- Hệ số ngược xu hướng:

$$\text{Hệ số ngược xu hướng} = \frac{\text{Số lần tâm chùm đi ngược xu hướng}}{\text{Tổng số vòng quét có tâm chùm mục tiêu}}$$

- Độ chính xác:

+ Theo cự ly:

$$\text{Sai số cự ly} = \sqrt{\frac{\sum (\text{cự ly theo radar} - \text{cự ly theo AIS})^2}{N}}$$

+ Theo phương vị:

$$\text{Sai số phương vị} = \sqrt{\frac{\sum (\text{phương vị theo radar} - \text{phương vị theo AIS})^2}{N}}$$

Trong đó, N là tổng số lần tâm chùm mục tiêu xuất hiện trên cả radar và AIS.

- Tỉ lệ điểm thay đổi: xác định tỉ lệ các điểm thay đổi dựa trên chuỗi dữ liệu vị trí (cự ly, phương vị) tâm chùm mục tiêu. Giả sử chuỗi dữ liệu đầu vào là N điểm vị trí của một mục tiêu $\{(r_i, \theta_i)\}_{i=1}^N$. Để tính tỉ lệ các điểm thay đổi (vị trí tâm chùm) của mục tiêu này chúng ta thực hiện:

+ Tính các giá trị khoảng cách:

$$d_i = \text{dist}((r_{i+1}, \theta_{i+1}), (r_i, \theta_i)), i = 1 \dots N - 1$$

Trong đó, dist là hàm khoảng cách:

$$\text{dist}((r_{i+1}, \theta_{i+1}), (r_i, \theta_i)) = \sqrt{r_{i+1}^2 + r_i^2 - 2r_{i+1}r_i \cos(\theta_{i+1} - \theta_i)}$$

+ Xác định các điểm (r_i, θ_i) sao cho: $d_i > \gamma_1$. Tham số γ_1 được nhập vào từ bước 1.

+ Với mỗi điểm (r_i, θ_i) được xác định ở trên:

- Xác định vị trí trung bình trái $(r, \theta)_{\text{left}}$ của tâm chùm trong khoảng thời gian φ phía trước điểm (r_i, θ_i) .
- Xác định vị trí trung bình phải $(r, \theta)_{\text{right}}$ của tâm chùm trong khoảng thời gian φ phía sau điểm (r_i, θ_i) . Giá trị φ được nhập vào ở bước 1.
- Nếu khoảng cách

$$\text{dist}((r, \theta)_{\text{left}}, (r, \theta)_{\text{right}}) > \gamma_2$$

thì điểm (r_i, θ_i) được gọi là điểm thay đổi mức độ khả nghi và được ký hiệu là (r_i^*, θ_i^*) . Giá trị γ_2 được nhập vào ở bước 1.

+ Xếp các điểm thay đổi khả nghi $\{(r_i^*, \theta_i^*)\}$ theo thứ tự giảm dần của $\text{dist}((r, \theta)_{\text{left}}, (r, \theta)_{\text{right}})$. Nếu độ lệch thời gian giữa điểm (r_i^*, θ_i^*) so với điểm trước đó $(r_{i-1}^*, \theta_{i-1}^*)$ tối thiểu là φ thì điểm (r_i^*, θ_i^*) là điểm thay đổi cần tìm (Hình 3).

Tỉ lệ điểm thay đổi mức độ được định nghĩa như sau:

$$\text{Tỉ lệ điểm thay đổi} = \frac{\text{Số điểm thay đổi}}{N}.$$

Bước 3: đánh giá và xuất kết quả;

Đầu vào: các tham số được tính toán với từng mục tiêu theo bảng 2.

Đầu ra: Kết quả đánh giá gom chùm mục tiêu của hệ thống xử lý thông tin radar theo bảng 3.

Thực hiện:

- Tính giá trị trung bình các tham số theo số mục tiêu:

Hệ số vỡ tâm chùm trung bình

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{Hệ số vỡ tâm chùm của mục tiêu thứ } k$$

$$\text{Hệ số mất điểm dấu trung bình} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{Hệ số mất dấu của mục tiêu thứ } k$$

Hệ số ngược xu hướng trung bình

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{Hệ số ngược xu hướng của mục tiêu thứ } k$$

$$\text{Độ chính xác trung bình} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{Độ chính xác của mục tiêu thứ } k$$

Tỉ lệ điểm thay đổi trung bình

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{Tỉ lệ điểm thay đổi của mục tiêu thứ } k$$

Trong đó, N là tổng số mục tiêu trong kết quả đầu ra ở bước 2.

- Xác định kết quả đánh giá theo công thức:

$$\text{Kết quả đánh giá} = \sum_{i=1}^6 L_i * (\text{tham số tính toán thứ } i)$$

Trong đó, L_i là mức độ ảnh hưởng tới chất lượng đầu ra của tham số tính toán thứ i .

Kết quả đánh giá sẽ được xuất ra tập tin *.csv (bảng 3).

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biển phân giải cao, bao gồm:

khối nhập dữ liệu đầu vào: có mục đích là tải các tập tin dữ liệu đầu vào được thu thập qua hệ thống radar để phục vụ đánh giá; các tập tin dữ liệu này được định dạng *.csv và bao gồm:

tập tin data.csv chứa dữ liệu vị trí (cự ly, phương vị, thời gian) tâm chùm mục tiêu theo radar và AIS (Automatic Identification System - hệ thống tự động nhận dạng mục tiêu); việc thu thập dữ liệu được thao tác qua màn hình radar; đầu tiên, lựa chọn mục tiêu trên màn hình, sau đó lựa chọn ghi và xuất dữ liệu để xuất ra tập tin data.csv từ hệ thống xử lý thông tin của radar;

tập tin constant.csv chứa giá trị các ngưỡng (hằng số) được sử dụng cho tính toán ở khối tính toán tham số; các hằng số gồm γ_1 (ngưỡng thay đổi thứ nhất), γ_2 (ngưỡng thay đổi thứ hai), φ (thời gian giữa hai điểm thay đổi) và các giá trị L_i ($i = 1, \dots, 6$) là trọng số của từng tham số tính toán; các tham số γ_1 , γ_2 và φ sẽ được lựa chọn theo phương pháp thống kê tùy theo từng đài radar cụ thể; các giá trị L_i có thể được lấy như nhau và bằng 1/6, hoặc có thể lấy theo mức độ ưu tiên;

kết quả đầu ra của khối nhập dữ liệu đầu vào là dữ liệu được thể hiện dưới dạng bảng dưới đây:

ID mục tiêu	thời gian (s)	cự ly mục tiêu theo radar (m)	phương vị mục tiêu theo radar (độ)	trạng thái mục tiêu	cự ly mục tiêu theo AIS (m)	phương vị mục tiêu theo AIS (độ)

trong đó: trạng thái mục tiêu bao gồm trạng thái 1: có điểm dấu và trạng thái 2: mất điểm dấu;

khối tính toán tham số: thực hiện tính toán các tham số (hệ số vỡ chùm, hệ số mất dấu, hệ số ngược xu hướng, độ chính xác và tỉ lệ điểm thay đổi) của tâm chùm mục tiêu radar; đầu ra của khối tính toán tham số là tập tin *.csv có dạng bảng dưới đây:

ID mục	hệ số vỡ	hệ số	hệ số ngược	độ chính	độ chính	tỉ lệ điểm
--------	----------	-------	-------------	----------	----------	------------

tiêu	tâm chùm	mất điểm dấu	xu hướng	xác cự ly tâm chùm	xác phương vị tâm chùm	thay đổi

khối đánh giá và xuất kết quả: thực hiện đánh giá chất lượng gom chùm mục tiêu và xuất kết quả đánh giá dưới dạng tập tin *.csv có dạng dưới đây:

	hệ số vỡ tâm chùm	hệ số mất điểm dấu	hệ số ngược xu hướng	độ chính xác cự ly tâm chùm	độ chính xác phương vị tâm chùm	tỉ lệ điểm thay đổi
trung bình						
kết quả đánh giá.						

2. Phương pháp đánh giá gom chùm mục tiêu cho radar biển phân giải cao bao gồm các bước sau:

bước 1: nhập dữ liệu đầu vào;

tại bước này, hai tập dữ liệu (là data.csv và constant.csv như mô tả ở trên) được nhập vào để đưa vào khối tính toán tham số;

đầu ra của bước này là dữ liệu tâm chùm của từng mục tiêu được thể hiện như trong bảng dưới đây:

ID mục tiêu	thời gian (s)	cự ly mục tiêu theo radar (m)	phương vị mục tiêu theo radar (độ)	trạng thái mục tiêu	cự ly mục tiêu theo AIS (m)	phương vị mục tiêu theo AIS (độ)

bước 2: tính toán tham số;

đầu vào: thông tin vị trí tâm chùm của các mục tiêu dưới dạng bảng ở bước 1; các hằng số (constant) được nhập vào ở bước 1;

trong đó ID là số hiệu mục tiêu; mỗi mục tiêu chỉ có một số hiệu này để phân biệt các mục tiêu với nhau; “trạng thái mục tiêu” là giá trị lô-gic 0 hoặc 1 (giá trị 0 tương ứng khi không có tâm chùm mục tiêu - mất dấu mục tiêu trên màn hình radar và giá trị 1 khi xuất hiện tâm chùm mục tiêu trên màn hình radar);

đầu ra: các tham số tính toán (hệ số vỡ chùm, hệ số mất dấu, hệ số ngược xu hướng, độ chính xác và tỉ lệ điểm thay đổi mức độ);

thực hiện:

- hệ số vỡ tâm chùm của mỗi mục tiêu được tính theo công thức:

$$\text{hệ số vỡ tâm chùm} = \frac{\text{tổng số tâm chùm hình thành}}{\text{tổng số vòng quét mục tiêu}} - 1$$

- hệ số mất dấu mục tiêu:

$$\text{hệ số mất điểm dấu} = 1 - \frac{\text{số lần không có tâm chùm}}{\text{tổng số vòng quét mục tiêu}}$$

- hệ số ngược xu hướng:

$$\text{hệ số ngược xu hướng} = \frac{\text{số lần tâm chùm đi ngược xu hướng}}{\text{tổng số vòng quét có tâm chùm mục tiêu}}$$

- độ chính xác:

+ theo cự ly:

$$\text{sai số cự ly} = \sqrt{\frac{\sum (\text{cự ly theo radar} - \text{cự ly theo AIS})^2}{N}}$$

+ theo phương vị:

$$\text{sai số phương vị} = \sqrt{\frac{\sum (\text{phương vị theo radar} - \text{phương vị theo AIS})^2}{N}}$$

trong đó, N là tổng số lần tâm chùm mục tiêu xuất hiện trên cả radar và AIS;

- tỉ lệ điểm thay đổi: xác định tỉ lệ các điểm thay đổi dựa trên chuỗi dữ liệu vị trí (cự ly, phương vị) tâm chùm mục tiêu; giả sử chuỗi dữ liệu đầu vào là N điểm vị trí của một mục tiêu $\{(r_i, \theta_i)\}_{i=1}^N$; để tính tỉ lệ các điểm thay đổi (vị trí tâm chùm) của mục tiêu này chúng ta thực hiện:

+ tính các giá trị khoảng cách:

$$d_i = \text{dist}((r_{i+1}, \theta_{i+1}), (r_i, \theta_i)), i = 1 \dots N - 1$$

trong đó, dist là hàm khoảng cách:

$$\text{dist}((r_{i+1}, \theta_{i+1}), (r_i, \theta_i)) = \sqrt{r_{i+1}^2 + r_i^2 - 2r_{i+1}r_i \cos(\theta_{i+1} - \theta_i)}$$

+ xác định các điểm (r_i, θ_i) sao cho: $d_i > \gamma_1$. Tham số γ_1 được nhập vào từ bước 1;

+ với mỗi điểm (r_i, θ_i) xác định ở trên:

- xác định vị trí trung bình trái $(r, \theta)_{\text{left}}$ của tâm chùm trong khoảng thời gian φ phía trước điểm (r_i, θ_i) ;
- xác định vị trí trung bình phải $(r, \theta)_{\text{right}}$ của tâm chùm trong khoảng thời gian φ phía sau điểm (r_i, θ_i) ; giá trị φ được nhập vào ở bước 1;
- nếu khoảng cách

$$\text{dist}((r, \theta)_{\text{left}}, (r, \theta)_{\text{right}}) > \gamma_2$$

thì điểm (r_i, θ_i) được gọi là điểm thay đổi mức độ khả nghi và được ký hiệu là (r_i^*, θ_i^*) ; giá trị γ_2 được nhập vào ở bước 1.

+ xếp các điểm thay đổi khả nghi $\{(r_i^*, \theta_i^*)\}$ theo thứ tự giảm dần của $\text{dist}((r, \theta)_{\text{left}}, (r, \theta)_{\text{right}})$; nếu độ lệch thời gian giữa điểm (r_i^*, θ_i^*) so với điểm trước đó $(r_{i-1}^*, \theta_{i-1}^*)$ tối thiểu là φ thì điểm (r_i^*, θ_i^*) là điểm thay đổi cần tìm; tỉ lệ điểm thay đổi mức độ được định nghĩa như sau:

$$\text{tỉ lệ điểm thay đổi} = \frac{\text{Số điểm thay đổi}}{N};$$

bước 3: đánh giá và xuất kết quả;

đầu vào: các tham số được tính toán với từng mục tiêu theo bảng dưới đây:

ID mục tiêu	hệ số võ tâm chùm	hệ số mất điểm đầu	hệ số ngược xu hướng	độ chính xác cự ly tâm chùm	độ chính xác phương vị tâm chùm	tỉ lệ điểm thay đổi

đầu ra: kết quả đánh giá gom chùm mục tiêu của hệ thống xử lý thông tin radar theo bảng dưới đây:

	hệ số vỡ tâm chùm	hệ số mất điểm dấu	hệ số ngược xu hướng	độ chính xác cự ly tâm chùm	độ chính xác phương vị tâm chùm	tỉ lệ điểm thay đổi
trung bình						
kết quả đánh giá						

thực hiện:

- tính giá trị trung bình các tham số theo số mục tiêu:

hệ số vỡ tâm chùm trung bình

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{hệ số vỡ tâm chùm của mục tiêu thứ } k$$

$$\text{hệ số mất điểm dấu trung bình} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{hệ số mất dấu của mục tiêu thứ } k$$

hệ số ngược xu hướng trung bình

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{Hệ số ngược xu hướng của mục tiêu thứ } k$$

$$\text{độ chính xác trung bình} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{độ chính xác của mục tiêu thứ } k$$

tỉ lệ điểm thay đổi trung bình

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{tỉ lệ điểm thay đổi của mục tiêu thứ } k$$

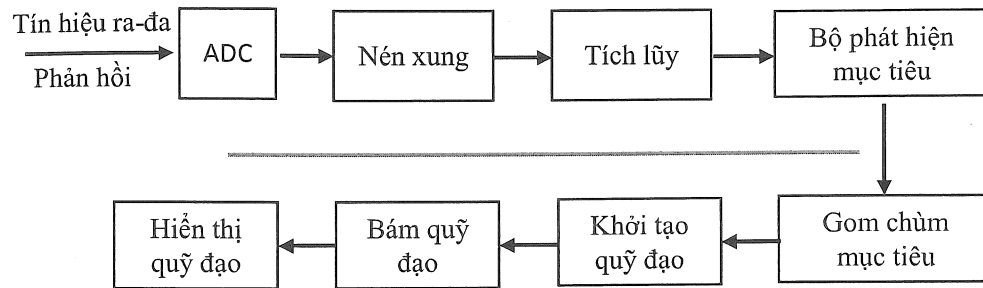
trong đó, N là tổng số mục tiêu trong kết quả đầu ra ở bước 2;

- xác định kết quả đánh giá theo công thức:

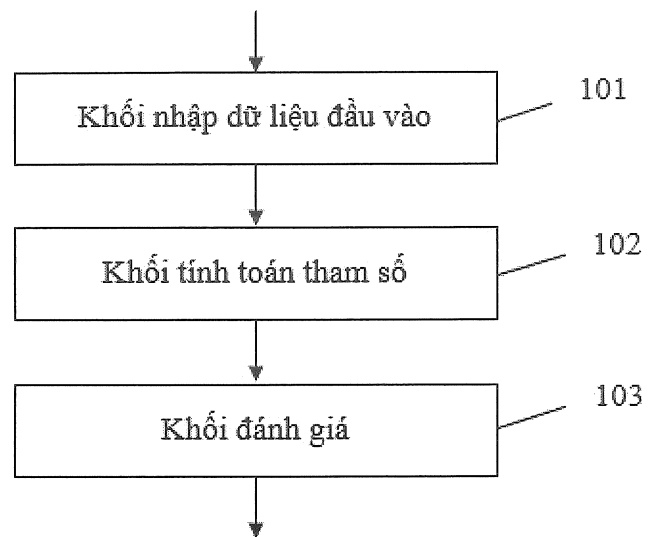
$$\text{kết quả đánh giá} = \sum_{i=1}^6 L_i * (\text{tham số tính toán thứ } i)$$

trong đó, L_i là mức độ ảnh hưởng tới chất lượng đầu ra của tham số tính toán thứ i ;

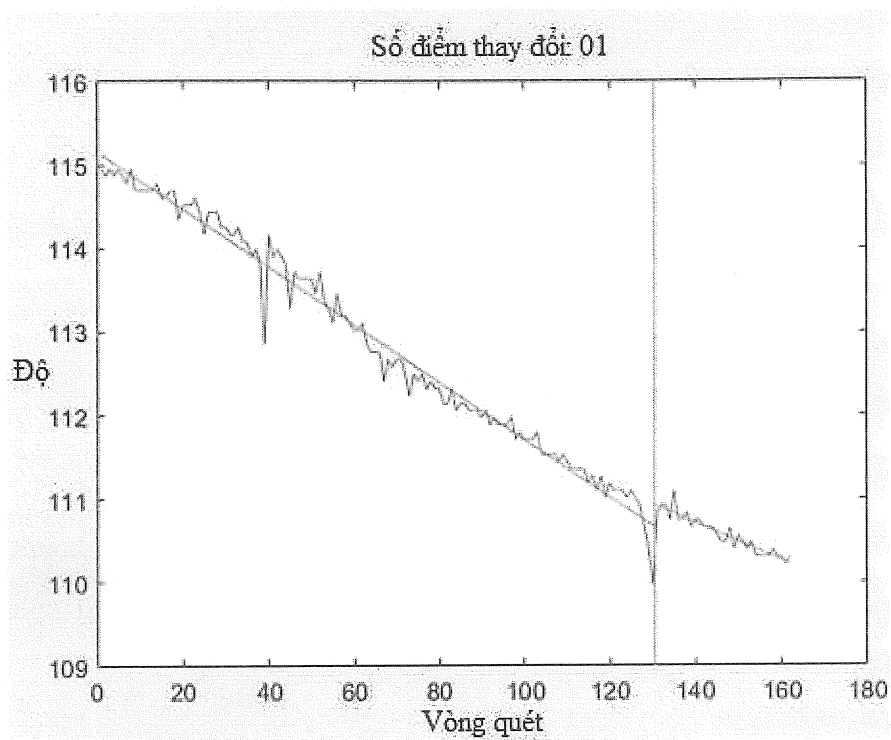
kết quả đánh giá sẽ được xuất ra tập tin *.csv.



Hình 1



Hình 2



Hình 3