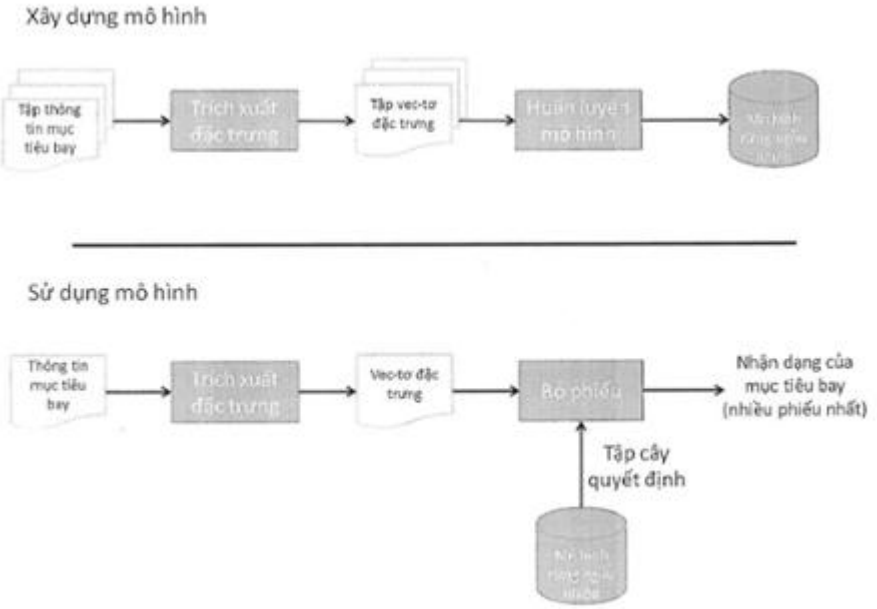
(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(11) **1-0025795**
(51)[7] **G01S 3/00**
(13) **B**

(21) 1-2018-05353
(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 ANH TUẤN (VN); NGUYỄN QUANG BẰNG (VN); NGUYỄN THANH BÌNH (VN).
(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACI CO., LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP TỰ ĐỘNG NHẬN DẠNG MỤC TIÊU BAY DỰA TRÊN ĐẶC TRƯNG THÔNG TIN CHUYỂN ĐỘNG, THỜI GIAN VÀ MÃ 3/A

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp tự động nhận dạng mục tiêu bay dựa trên các thông tin vật lý (tọa độ, hướng, vận tốc), thông tin thời gian và thông tin định danh (mã 3/A). Phương pháp bao gồm hai bước: trích xuất đặc trưng và xây dựng mô hình học máy. Ở bước trích xuất đặc trưng, các đặc trưng được trích xuất bao gồm chỉ mục ô kinh vĩ tương ứng với tọa độ, thông tin đường bay của máy bay, thông tin thời gian ngày đêm, kết hợp với các thông tin hướng, vận tốc và thông tin định danh mã 3/A tạo thành vec-tơ đặc trưng 84 chiều. Vec-tơ này được đưa vào làm đầu vào huấn luyện mô hình rừng ngẫu nhiên, cho phép tự động gán nhãn nhận dạng cho mục tiêu bay.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp tự động nhận dạng các mục tiêu bay, cụ thể phương pháp sử dụng các đặc trưng chuyển động vật lý, thông tin thời gian và thông tin mã 3/A, được ứng dụng trong hệ thống bám vết mục tiêu trong lĩnh vực vệ tinh, dẫn đường, giao thông vận tải, quân sự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, ở Việt Nam việc nhận dạng mục tiêu vẫn phải thực hiện bằng tay, do con người quyết định dựa trên kinh nghiệm cá nhân. Trên phạm vi toàn cầu, đã có một số phương pháp nhận dạng mục tiêu bay được đề xuất, tuy nhiên, các phương pháp đều có những nhược điểm nhất định. Tại các phương pháp đề xuất, cần xác định những yếu tố cơ bản như đường bay của mục tiêu. Phương thức tìm đường bay của mục tiêu bay đơn giản nhất là từ tập các đường bay, tính khoảng cách mục tiêu bay tới tất cả các đường bay và chọn đường bay gần mục tiêu bay nhất (khoảng cách nhỏ nhất).

Tuy nhiên cách thức này tương đối tốn kém về mặt chi phí tính toán (các phép toán chiếu vuông góc là các phép toán có chi phí tính toán lớn), đồng thời mỗi lần máy bay thay đổi tọa độ thì lại cần đi tìm lại đường bay gần nhất. Hơn nữa, nếu máy bay ở gần khu vực sân bay, hoặc các vị trí giao điểm của các đường bay, thì thông tin đường bay gần nhất chưa chắc đã là đường bay máy bay đang bám theo

Đồng thời, việc ứng dụng Trí tuệ nhân tạo cũng được ứng để giải quyết bài toán nhận dạng mục tiêu, cụ thể là phương pháp sử dụng cây quyết định (decision tree). Tuy nhiên cây quyết định có 1 nhược điểm lớn là rất nhạy cảm với dữ liệu, nếu dữ liệu huấn luyện bị thay đổi có thể dẫn đến cây quyết định cho kết quả hoàn toàn khác cây ban đầu.

Để khắc phục những nhược điểm nêu trên, tác giả đề xuất phương pháp tự động nhận dạng mục tiêu bay dựa trên những đặc trưng thông tin chuyển động, thời gian và mã

3/A. Phương pháp mới với khả năng tự động nhận dạng sẽ giúp tối ưu quá trình này, giảm thiểu sai sót do con người gây ra và nâng cao độ chính xác nhận dạng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một phương án thực hiện sáng chế, mục tiêu của sáng chế nhằm đề xuất phương pháp nhận dạng tự động mục tiêu bay dựa trên đặc trưng thông tin chuyển động, thời gian và mã 3/A. Phương pháp được sử dụng để phân loại gán nhãn mục tiêu theo tính chất hoạt động bay bao gồm các nhãn Quân sự / Quốc nội / Quá cảnh / Quốc tế. Phương pháp sử dụng kỹ thuật học máy rừng ngẫu nhiên trên các đặc trưng của mục tiêu được trích xuất từ các thông tin kinh độ; vĩ độ; hướng, vận tốc, thời gian và mã 3/A. Từ không gian đặc trưng của mục tiêu bay được trích xuất từ các thông tin vật lý (kinh độ, vĩ độ, hướng, vận tốc), thời gian và thông tin định danh (mã 3/A), phương pháp sẽ đi xây dựng một rừng ngẫu nhiên bao gồm rất nhiều cây quyết định.

Phương pháp đề xuất bao gồm hai bước cơ bản:

Bước 1: Trích xuất đặc trưng: Tại bước này, cần xây dựng không gian đặc trưng từ đầu vào bài toán. Bước này khác biệt ở chỗ

Bước trích xuất đặc trưng bao gồm các bước nhỏ

Rời rạc hóa thông tin tọa độ trên lưới kinh vĩ thông qua xây dựng lưới rời rạc kinh vĩ, sau đó thực hiện ánh xạ từ tọa độ máy bay sang chỉ mục bằng cách thay tọa độ máy bay bằng các chỉ mục ô mà máy bay nằm trong;

Trích xuất thông tin đường bay bằng cách bổ sung thêm thông tin các đường bay cắt ngang qua mỗi ô trong lưới rời rạc kinh vĩ, tọa độ máy bay thuộc ô nào thì sẽ coi như máy bay đang bám theo các đường bay của ô đó; tiếp đó mã hóa thông tin đường bay về thông tin số bằng mã hóa nhị phân;

Trích xuất thông tin thời gian bay bằng cách quy thông tin thời gian từ giờ phút giây về thành thông tin ngày đêm, với ngày từ 6h sáng tới 6h tối, đêm từ 6h tối tới 6h sáng, mã hóa nhị phân ngày tương ứng giá trị 1, đêm tương ứng giá trị 0;

Các thông tin còn lại (hướng, vận tốc, mã 3/A) được sử dụng trực tiếp để làm đặc trưng.

Bước 2: Tập cây quyết định thực hiện bỏ phiếu; đặc trưng đã trích xuất đi qua tập các cây quyết định của mô hình rừng ngẫu nhiên; mỗi cây quyết định sẽ bỏ phiếu cho một nhận dạng, tổng hợp kết quả ta sẽ chọn nhận dạng nào được nhiều cây bỏ phiếu nhất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 biểu diễn sơ đồ trích xuất đặc trưng mục tiêu bay.

Hình 2 minh họa phương pháp rời rạc hóa tọa độ trên lưới kinh vĩ.

Hình 3 minh họa vec-tơ đặc trưng với ý nghĩa các chiều của không gian đặc trưng.

Hình 4 mô tả sơ đồ tổng quan quá trình huấn luyện mô hình và sử dụng mô hình.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây mô tả chi tiết về phương pháp tự động nhận dạng mục tiêu bay dựa trên đặc trưng thông tin chuyển động, thời gian và mã 3/A thông qua ví dụ, hình vẽ và nội dung diễn giải.

Trong sáng chế đề xuất, các thuật ngữ được hiểu như sau:

Thông tin định danh hay Mã 3/A được hiểu là một mã định danh bốn số được gán cho từng máy bay theo quy ước trong ngành hàng không để có thể phân biệt các máy bay với nhau;

Cây quyết định là một kiểu mô hình dự báo cho phép ánh xạ từ các quan sát của sự vật/hiện tượng tới các kết luận về giá trị mục tiêu của sự vật/hiện tượng đó. Mỗi cây quyết

định với các dữ liệu đầu vào sẽ cho ra 1 nhãn nhận dạng. Nhãn nhận dạng nào được nhiều cây "bỏ phiếu" nhất sẽ được chọn là nhãn của mục tiêu.

Các nhãn nhận dạng bao gồm: Quân sự (máy bay thuộc Bộ Quốc phòng bay thực hiện nhiệm vụ), Quốc nội (máy bay bay giữa các sân bay trong nước), Quá cảnh (máy bay nước ngoài bay quá cảnh qua không phận Việt Nam), Quốc tế (máy bay bay giữa sân bay trong nước và nước ngoài).

Tham chiếu hình 4, phương pháp tự động nhận dạng mục tiêu bay dựa trên đặc trưng thông tin chuyển động, thời gian và mã 3/A bao gồm hai bước chính:

- Bước 1: Trích xuất đặc trưng.

Bước này thực hiện xây dựng không gian đặc trưng từ đầu vào bài toán.

Các thông tin ban đầu của 1 mục tiêu bay bao gồm: thông tin tọa độ kinh – vĩ, thông tin hướng, vận tốc, thông tin thời gian và thông tin định danh mã 3/A (lưu ý rằng đây chỉ là thông tin tại 1 thời điểm nhất định). Các thông tin này quá chi tiết không thích hợp để làm đặc trưng của bài toán, vì vậy ta cần tổng quát hóa thông tin thông qua bước trích xuất đặc trưng.

Tham chiếu Hình 1, minh họa lưu đồ thực hiện trích xuất đặc trưng. Bước trích xuất đặc trưng bao gồm các bước nhỏ sau:

+ Rời rạc hóa thông tin tọa độ: thông tin tọa độ của mục tiêu bay quá chính xác, nếu đưa vào làm đặc trưng huấn luyện mô hình sẽ gây ra tình trạng mô hình quá khớp với dữ liệu, không phản ánh được bản chất vấn đề. Để giải quyết nhược điểm này, sáng chế đề xuất thực hiện rời rạc hóa thông tin trên lưới kinh vĩ. Cách thức rời rạc như sau:

  - Xây dựng lưới rời rạc kinh vĩ bao gồm các ô với độ rộng kinh độ $\Delta\varphi$ và vĩ độ $\Delta\theta$. Độ rộng này là tùy chỉnh.

    Theo một khía cạnh của sáng chế, tại giá trị độ rộng kinh độ $\Delta\varphi = 0{,}5°$ và độ rộng vĩ độ $\Delta\theta = 0{,}5°$ (ở khu vực miền Bắc Việt Nam, độ rộng này tương

đương với khoảng 52 km theo chiều ngang và 55 km theo chiều dọc), sáng chế cho kết quả tốt.

- Tọa độ máy bay sẽ được thay bằng chỉ mục ô mà máy bay nằm trong, tức là thực hiện ánh xạ từ tọa độ máy bay sang chỉ mục ô.

  Theo một khía cạnh của phương pháp thực hiện sáng chế, ví dụ máy bay tọa độ 102°12'50" (102,2138°) và 21°48'34" (21,8094°) sẽ thuộc ô (204; 43). Tham chiếu hình 2 minh họa lưới rời rạc kinh vĩ và cách thức ánh xạ từ tọa độ máy bay sang chỉ mục ô cho kết quả cụ thể như sau:

  102,2138 / 0,5 = 204,4276

  21,8094 / 0,5 = 43,6188

+ Trích xuất thông tin đường bay: Đường bay cũng là một đặc trưng khá tốt có thể phản ánh bản chất mục tiêu bay. Các loại nhãn nhận dạng đề cập đến các loại mục tiêu bay ứng với những đặc trưng đường bay khác nhau.

Ví dụ:

- các chuyến bay Quốc nội thường bay theo đường W1;
- các chuyến bay Quốc tế từ phía Bắc về Nội Bài bay theo đường R474, hoặc các chuyến Quá cảnh sang Lào, Campuchia, Thái Lan từ phía Biển Đông sẽ bay theo đường A206.

Tuy nhiên, như đã đề cập trên, phương thức tìm đường bay từ tập các đường bay có nhược điểm tốn kém về chi phí tính toán do phải thực hiện các phép toán chiếu vuông góc. Để giải quyết các nhược điểm này, sáng chế đề xuất cách thức trích xuất thông tin đường bay như sau:

- Với mỗi ô trong lưới rời rạc kinh vĩ, bổ sung thêm thông tin các đường bay cắt ngang qua ô đó.
- Tọa độ máy bay thuộc ô nào thì sẽ coi như máy bay đang bám theo các đường bay của ô đó.

  Cách này giúp giảm chi phí tính toán đi rất lớn, vì ta đã xây dựng sẵn thông tin đường bay thuộc ô, không cần tính lại mỗi lần máy bay thay đổi tọa độ

mà chỉ cần truy xuất trực tiếp thông tin. Đồng thời một ô sẽ có thể có nhiều đường bay cắt qua, cho phép máy bay không chỉ gán với một đường bay duy nhất mà là một tập các đường bay.

- Thông tin đường bay là thông tin dạng văn bản, ta cần mã hóa về thông tin số dựa trên cách thức sau:

  Mỗi đường bay sẽ tương ứng với một chiều của không gian đặc trưng, được mã hóa nhị phân bằng hai giá trị 0 hoặc 1, cụ thể

  - Nếu máy bay không tương ứng với đường bay đó, mã hóa nhị phân bằng giá trị 0;
  - Nếu máy bay tương ứng với đường bay, mã hóa nhị phân bằng giá trị 1.

  Ví dụ: nếu ta có tất cả 3 đường bay W1, R474 và A206, ta sẽ mã hóa trên 3 chiều. Nếu máy bay được gán W1 thì đặc trưng tương ứng là (1, 0, 0); gán R474 là (0, 1, 0); gán A206 là (0, 0, 1); gán cả 3 đường là (1, 1, 1).

  Theo một khía cạnh thực hiện phương án, trong trường hợp áp dụng tại Việt Nam với 78 đường bay trong lãnh thổ, thông tin đường bay tương ứng với từng máy bay sẽ được mã hóa trên không gian 78 chiều.

+ Trích xuất thông tin thời gian bay. Cũng như thông tin tọa độ, thông tin thời gian của mục tiêu bay tương ứng với từng điểm tọa độ cũng quá chính xác, không thích hợp đưa vào huấn luyện mô hình. Ở đây sáng chế đề xuất quy thông tin thời gian từ giờ phút giây về thành thông tin ngày đêm, với ngày từ 6h sáng tới 6h tối, đêm từ 6h tối tới 6h sáng, mã hóa nhị phân ngày tương ứng giá trị 1, đêm tương ứng giá trị 0.

Thông tin này đặc biệt phản ánh tốt đặc trưng cho các chuyến bay Quân sự và Quốc nội, thường có xu hướng bay ban ngày nhiều hơn.

+ Các thông tin còn lại (hướng, vận tốc, mã 3/A) được sử dụng trực tiếp để làm đặc trưng.

Tham chiếu hình 3, sau bước trích xuất đặc trưng, các đặc trưng được trích xuất bao gồm chỉ mục ô kinh vĩ tương ứng với tọa độ, thông tin đường bay của máy bay, thông tin thời gian ngày đêm, kết hợp với các thông tin hướng, vận tốc và thông tin định danh mã 3/A tạo thành vec-tơ đặc trưng 84 chiều, bao gồm: 2 chiều chỉ mục ô rời rạc kinh vĩ, 78 chiều mã hóa thông tin đường bay, 1 chiều mã hóa thời gian ngày đêm, 2 chiều hướng vận tốc, 1 chiều mã 3/A.

- Bước 2: Tập cây quyết định thực hiện bỏ phiếu.

Việc xây dựng mô hình học máy ứng dụng kỹ thuật học máy rừng ngẫu nhiên trên không gian đặc trưng để xây dựng quần thể cây quyết định.

Sau khi thực hiện trích xuất đặc trưng, bước tiếp theo là huấn luyện mô hình học máy cho phép tự động gán nhãn cho mục tiêu bay. Các nhãn nhận dạng bao gồm: Quân sự (máy bay thuộc Bộ Quốc phòng bay thực hiện nhiệm vụ), Quốc nội (máy bay bay giữa các sân bay trong nước), Quá cảnh (máy bay nước ngoài bay quá cảnh qua không phận Việt Nam), Quốc tế (máy bay bay giữa sân bay trong nước và nước ngoài).

Kỹ thuật chính được áp dụng trong sáng chế là kỹ thuật học máy rừng ngẫu nhiên, đi xây dựng một quần thể cây quyết định. Cây quyết định cũng là một mô hình học máy, có thể được mô tả như sau:

+ Tập dữ liệu biểu diễn các đối tượng được khởi tạo tại nút gốc.

+ Quyết định được đưa ra thông qua phép duyệt từ gốc đến lá.

+ Các nút tương ứng với quyết định ứng với giá trị trường thuộc tính.

+ Nhánh cây biểu diễn đầu ra của quyết định hay tập con dữ liệu được phân chia tương ứng với quyết định nút cha.

+ Nút lá biểu diễn các nhãn lớp.

Quá trình xây dựng cây quyết định, ta cần thực hiện theo các bước sau:

+ Xây dựng cây:
  - Khởi đầu, mọi dữ liệu biểu diễn tập các đối tượng đã quan sát đều xuất phát từ gốc.
  - Chia tập các dữ liệu thành các phần nhỏ tương ứng quyết định ứng giá trị trường thuộc tính.
+ Xén cành cây:
  - Xác định và loại bỏ các nhánh tương ứng dữ liệu nhiễu hay không liên quan.
+ Dùng để phân loại:
  - Duyệt qua quyết định các thuộc tính thông qua nút trên cây đến nút lá để xác định nhãn lớp tương ứng.

Rừng ngẫu nhiên được đề xuất nhằm làm giảm phương sai cho phương pháp cây quyết định. Ý tưởng của rừng ngẫu nhiên là sử dụng một quần thể cây quyết định thay vì chỉ dùng một cây để cải thiện tính ổn định và độ tin cậy trong bài toán gán nhãn.

Vec-tơ đặc trưng 84 chiều chứa thông tin đặc trưng được trích xuất từ bước 1 được đưa vào làm đầu vào huấn luyện mô hình rừng ngẫu nhiên

Giả sử rằng bộ dữ liệu học S có kích thước n, quá trình huấn luyện rừng ngẫu nhiên được tiến hành như sau:

chia bộ dữ liệu gốc S thành m tập dữ liệu con S_i, $i = 1, \ldots, m$, mỗi tập có kích thước n, bằng cách lấy mẫu theo phân phối đều và có sự lặp lại từ bộ dữ liệu học gốc S. Lấy mẫu với sự lặp lại có nghĩa là một số mẫu ví dụ trong bộ dữ liệu gốc có thể lặp lại trong mỗi bộ dữ liệu con S_i.

Nếu $n = n$, với số lượng bản ghi trong bộ dữ liệu gốc đủ lớn thì với mỗi tập dữ liệu con S_i sẽ chứa tỷ lệ $\left(1 - \frac{1}{e}\right) \approx 63.2\%$ số mẫu ví dụ trong S, phần dữ liệu còn lại sẽ được lặp lại.

Tiến hành thực hiện:

+ Tạo ngẫu nhiên các tập mẫu dữ liệu con của bộ mẫu dữ liệu gốc có sự lặp lại.

+ Huấn luyện các tập mẫu dữ liệu con sử dụng mô hình cây quyết định

+ Với một tập dữ liệu mới, tính giá trị trung bình dự đoán cho mỗi mô hình.

Khi xét đặc trưng tốt nhất để phân tách dữ liệu tại nút của cây quyết định, chỉ chọn ngẫu nhiên m đặc trưng trong tổng số M đặc trưng. Thông thường ta sẽ sử dụng giá trị $m = \sqrt{M}$. Thực nghiệm của sáng chế giá trị $m = \sqrt{84} \approx 9$.

Sau khi mô hình rừng ngẫu nhiên được hoàn thành huấn luyện, để nhận dạng mục tiêu bay, trước tiên ta trích xuất đặc trưng trên thông tin mục tiêu, cho đặc trưng đó đi qua tập các cây quyết định của mô hình rừng ngẫu nhiên.

Mỗi cây quyết định sẽ bỏ phiếu cho một nhận dạng. Việc bỏ phiếu được thực hiện bằng cách duyệt cây với đầu vào là vec-tơ đặc trưng 84 chiều. Kết quả duyệt cây là một nhận dạng mục tiêu.

Tổng hợp kết quả ta sẽ chọn nhận dạng nào được nhiều cây bỏ phiếu nhất.

Trong trường hợp có nhiều hơn một nhận dạng có cùng số phiếu nhiều nhất, chọn ngẫu nhiên một trong các nhận dạng đó.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tự động nhận dạng mục tiêu bay dựa trên đặc trưng thông tin chuyển động, thời gian và mã 3/A được đề xuất bao gồm hai bước cơ bản:

bước 1: trích xuất đặc trưng: xây dựng không gian đặc trưng từ đầu vào bài toán, bước này bao gồm các bước nhỏ

rời rạc hóa thông tin tọa độ trên lưới kinh vĩ thông qua xây dựng lưới rời rạc kinh vĩ, sau đó thực hiện ánh xạ từ tọa độ máy bay sang chỉ mục bằng cách thay tọa độ máy bay bằng các chỉ mục ô mà máy bay nằm trong;

trích xuất thông tin đường bay bằng cách bổ sung thêm thông tin các đường bay cắt ngang qua mỗi ô trong lưới rời rạc kinh vĩ, tọa độ máy bay thuộc ô nào thì sẽ coi như máy bay đang bám theo các đường bay của ô đó; tiếp đó mã hóa thông tin đường bay về thông tin số bằng mã hóa nhị phân;

trích xuất thông tin thời gian bay bằng cách quy thông tin thời gian từ giờ phút giây về thành thông tin ngày đêm, với ngày từ 6h sáng tới 6h tối, đêm từ 6h tối tới 6h sáng, mã hóa nhị phân ngày tương ứng giá trị 1, đêm tương ứng giá trị 0;

các thông tin còn lại (hướng, vận tốc, mã 3/A) được sử dụng trực tiếp để làm đặc trưng;

bước 2: tập cây quyết định thực hiện bỏ phiếu, cụ thể cần thực hiện huấn luyện tập cây quyết định sử dụng dữ liệu đầu vào là vec-tơ đặc trưng 84 chiều thu được từ bước trích xuất đặc trưng;

cho đặc trưng đã trích xuất đi qua tập các cây quyết định của mô hình rừng ngẫu nhiên; mỗi cây quyết định sẽ bỏ phiếu cho một nhận dạng, tổng hợp kết quả ta sẽ chọn nhận dạng nào được nhiều cây bỏ phiếu nhất.

2. Phương pháp tự động nhận dạng mục tiêu bay theo điểm 1 dựa trên đặc trưng thông tin chuyển động, thời gian và mã 3/A trong đó, tại bước trích xuất đặc trưng, lưới kinh vĩ được chia có kích thước độ rộng kinh độ $\Delta\rho = 0{,}5°$ và độ rộng vĩ độ $\Delta\theta = 0{,}5°$, và quá trình mã hóa thông tin đường bay được thực hiện trên không gian 78 chiều.

3. Phương pháp tự động nhận dạng mục tiêu bay dựa trên đặc trưng thông tin chuyển động, thời gian và mã 3/A theo điểm 1, trong đó rừng ngẫu nhiên được xây dựng bằng cách

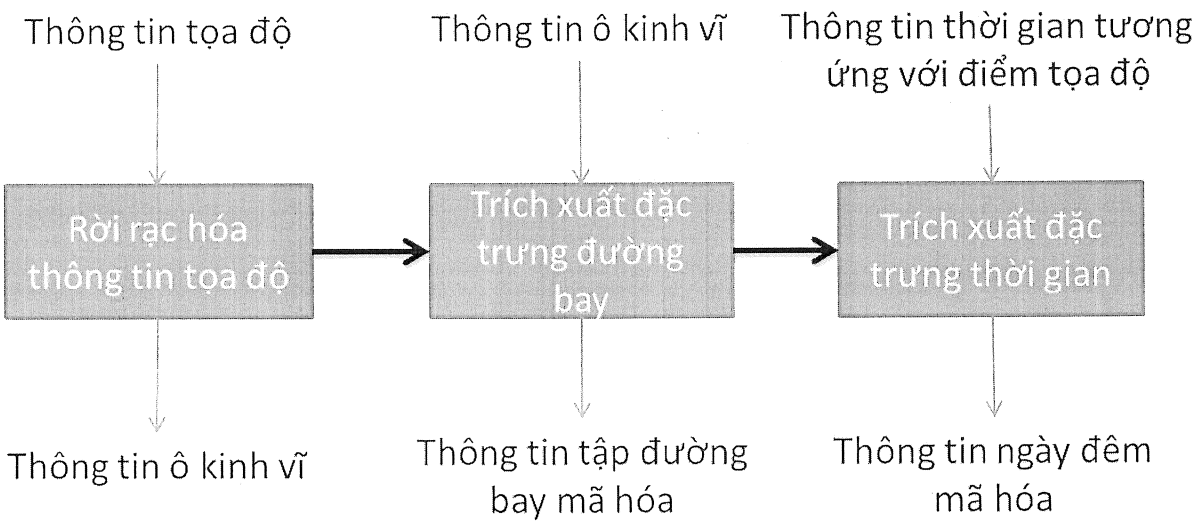
tạo ngẫu nhiên các tập mẫu dữ liệu con của bộ mẫu dữ liệu gốc có sự lặp lại;

huấn luyện các tập mẫu dữ liệu con sử dụng mô hình cây quyết định;

với một tập dữ liệu mới, tính giá trị trung bình dự đoán cho mỗi mô hình.

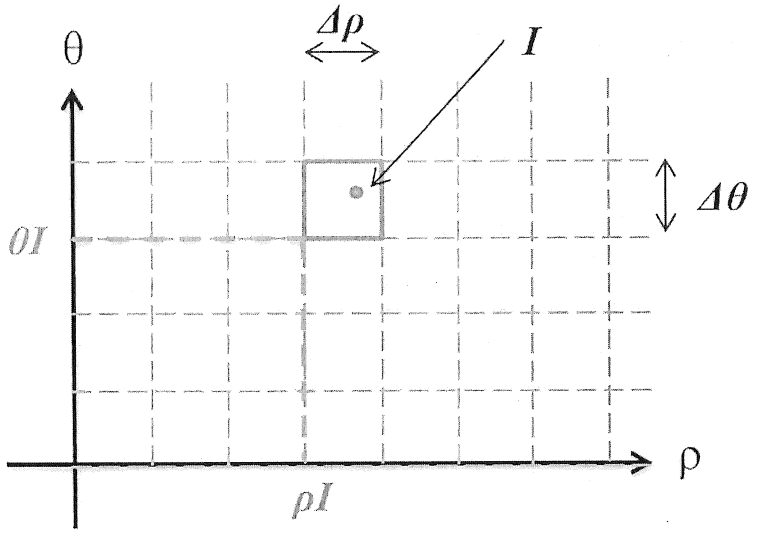
4. Phương pháp tự động nhận dạng mục tiêu bay dựa trên đặc trưng thông tin chuyển động, thời gian và mã 3/A theo điểm 1, trong đó tại bước tập cây quyết định thực hiện bỏ phiếu, trường hợp có nhiều hơn một nhận dạng có cùng số phiếu nhiều nhất, chọn ngẫu nhiên một trong các nhận dạng đó.

Hình vẽ

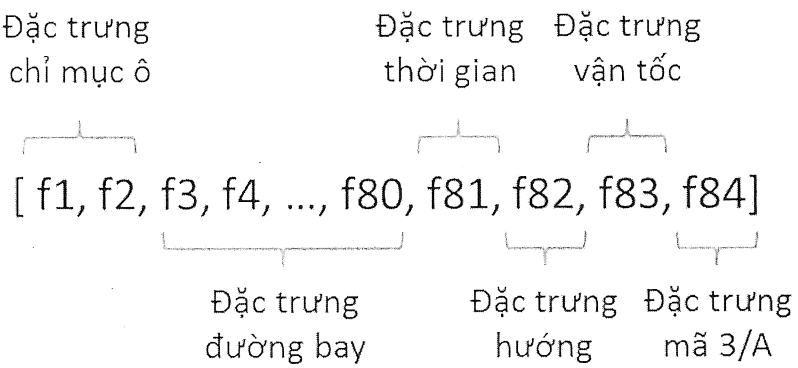


Hình 1

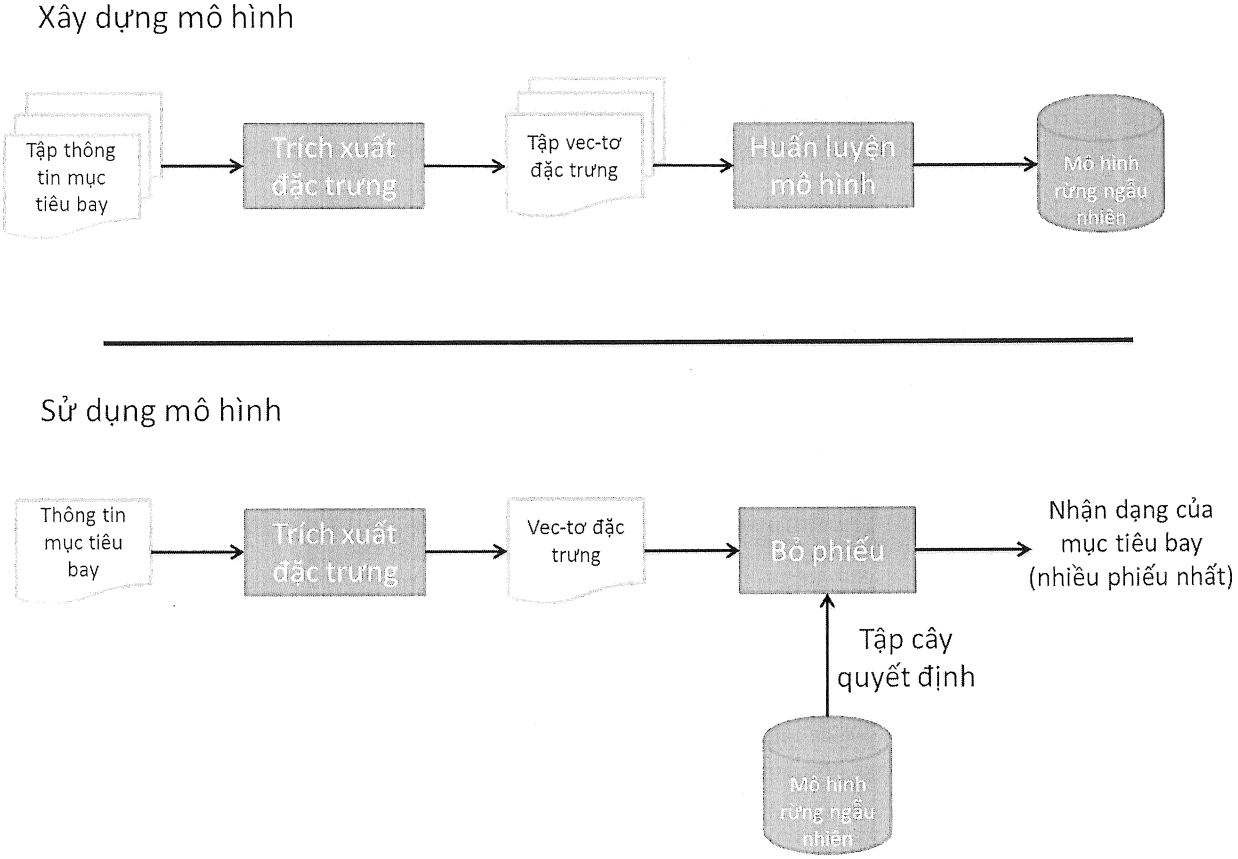
Tọa độ kinh vĩ của điểm I được chuyển về tọa độ ô trong lưới kinh vĩ rời rạc



Hình 2



Hình 3


Xây dựng mô hình
Tập thông tin mục tiêu bay
Trích xuất đặc trưng
Tập vec-tơ đặc trưng
Huấn luyện mô hình
Mô hình rừng ngẫu nhiên
Sử dụng mô hình
Thông tin mục tiêu bay
Trích xuất đặc trưng
Vec-tơ đặc trưng
Bỏ phiếu
Nhận dạng của mục tiêu bay (nhiều phiếu nhất)
Tập cây quyết định
Mô hình rừng ngẫu nhiên

Hình 4