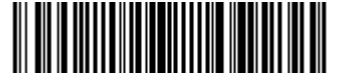




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0002960

(51) **G06K 9/46; G06K 9/66**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00520

(22) 26/09/2018

(67) 1-2018-04275

(45) 25/08/2022 413

(43) 26/11/2018 368A

(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 Trường Thái (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) **PHƯƠNG PHÁP GIẢI QUYẾT BÀI TOÁN PHÁT HIỆN, PHÂN LOẠI VÀ ĐO LƯỜNG
TÀU TỪ ẢNH VỆ TINH**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh bằng sự kết hợp giữa thuật toán xác định bản đồ nổi bật với mạng nơ-ron tích chập để giải quyết bài toán phát hiện, phân loại, đo kích thước và hướng di chuyển của tàu từ ảnh vệ tinh quang học. Giải pháp hữu ích đề xuất thực hiện qua các bước 1: xác định bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào; bước 2: áp dụng ngưỡng lên bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào để trích xuất và xác định được các ứng cử viên tàu; bước 3: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân biệt tàu; bước 4: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu; bước 5: đo kích thước và xác định hướng di chuyển của tàu.

bước 1: xác định bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào

bước 2: áp dụng ngưỡng lên bản đồ ảnh nổi bật để trích xuất và xác định được các ứng cử viên tàu

bước 3: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân biệt tàu

bước 4: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu

bước 5: đo kích thước và xác định hướng di chuyển của tàu

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh. Cụ thể, phương pháp này là sự kết hợp giữa thuật toán xác định bản đồ nổi bật với mạng nơ-ron tích chập để giải quyết bài toán phát hiện, phân loại, đo kích thước và hướng di chuyển của tàu từ ảnh vệ tinh quang học. Giải pháp hữu ích được sử dụng trong lĩnh vực quản lý, giám sát và đảm bảo an toàn, an ninh hàng hải.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Hiện nay, bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu biển đóng vai trò quan trọng trong các lĩnh vực quân sự và dân sự, không chỉ ứng dụng trong giám sát tàu cá, tàu hàng mà còn trong an toàn giao thông đường biển. Trong quá trình thực hiện bài toán, đã có nhiều khó khăn và thách thức được đặt ra. Trong đó, có thể kể đến nguồn ảnh đầu vào là ảnh vệ tinh quang học có độ phân giải cao với nền phức tạp và sự đa dạng của tàu về hình dạng, góc chụp và tỉ lệ. Những phương pháp phát hiện tàu truyền thống luôn yêu cầu quan sát thủ công, đòi hỏi nhân lực và nguồn ảnh tốt.

Đối với việc phát hiện đối tượng, cụ thể là tàu, cần phải xác định vị trí đối tượng trên ảnh. Để xác định vị trí đối tượng, một hướng tiếp cận phổ biến đó là sử dụng cửa sổ trượt. Tuy nhiên, trong bài toán phát hiện tàu, với sự đa dạng về kích thước, hình dạng, tỉ lệ tàu cũng như độ phân giải lớn của ảnh đầu vào, khiến cho việc sử dụng cửa sổ trượt trở nên bất khả thi. Nguyên nhân xuất phát từ đòi hỏi phải cần rất nhiều kích thước cửa sổ trượt khác nhau trượt trên một ảnh rất lớn.

Đối với việc phân loại tàu, một số phương pháp đã sử dụng các kỹ thuật phân tích đặc tính cục bộ của ảnh (hình dạng hoặc kết cấu của chi tiết ảnh) kết hợp với các phương pháp máy vec-tơ hỗ trợ hoặc mạng nơ-ron thông thường. Tuy nhiên, các phương pháp học máy thông thường nói chung và các phương pháp máy vec-tơ hỗ trợ hoặc mạng nơ-ron thông thường nói riêng có một giới hạn đó là những phương pháp này không phù hợp khi

xử lý trực tiếp đầu vào là các điểm ảnh. Bởi vì những phương pháp này không thể trích xuất và lựa chọn được được đầy đủ các đặc tính quan trọng của ảnh.

Đối với việc đo lường tàu, một số phương pháp đã sử dụng thông tin về tọa độ và thời gian thu được từ tác vụ phát hiện tàu trên ảnh vệ tinh để ghép cặp với thông tin tương ứng trên bản tin “Hệ thống định danh tự động hàng hải” nhằm xác định kích thước cũng như hướng di chuyển của tàu. Tuy nhiên, phương pháp này có những nhược điểm nhất định. Đó là không phải lúc nào chúng ta cũng tìm được bản tin “Hệ thống định danh tự động hàng hải” tương ứng với tàu cần xác định, có thể do tàu đó đi vào vùng không có tín hiệu hoặc tàu đó chủ động tắt hệ thống và những tàu cá nhỏ thường không được trang bị “Hệ thống định danh tự động hàng hải”.

Ngày nay, với sự phát triển của công nghệ viễn thám, các kỹ thuật xử lý ảnh và trí tuệ nhân tạo đã phần nào giúp cho bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu trở nên dễ dàng hơn. Xuất phát từ hạn chế của các phương pháp đã biết như sự đa dạng của tàu hay sự phức tạp của mặt biển và thời tiết, nhóm tác giả đã đề xuất một giải pháp kết hợp thuật toán xác định bản đồ nổi bật với mạng nơ-ron tích chập để giải quyết bài toán phát hiện, phân loại, đo kích thước và hướng di chuyển của tàu từ ảnh vệ tinh quang học.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh. Để thực hiện mục đích này, phương pháp giải quyết bài toán bao gồm các bước như sau: bước 1: xác định bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào; bước 2: áp dụng ngưỡng lên bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào để trích xuất và xác định được các ứng cử viên tàu; bước 3: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân biệt tàu; bước 4: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu; bước 5: đo kích thước và xác định hướng di chuyển của tàu.

Để giải quyết bài toán phát hiện tàu, nhóm tác giả chia bài toán thành hai (02) pha chính. Pha đầu tiên, sẽ trích xuất từ ảnh đầu vào để xác định được các ứng cử viên tàu nhờ sử dụng thuật toán xác định bản đồ nổi bật. Pha thứ hai sẽ huấn luyện và phân loại tàu sử dụng

dụng mạng nơ-ron tích chập. Những ứng cử viên thu được ở pha thứ nhất sẽ được đưa vào mạng nơ-ron tích chập để phân loại.

Để giải quyết bài toán phân loại tàu, những tàu sau khi được phát hiện sẽ được phân loại sử dụng mô hình mạng nơ-ron tích chập. Những nhãn phân loại được sử dụng đó là: tàu chở hàng rời, tàu container, tàu du lịch, tàu cá, tàu chở dầu và tàu chưa xác định.

Để thực hiện đo lường tàu đã phát hiện, nhóm tác giả đưa ra phương pháp xử lý bằng việc xác định hình chữ nhật nhỏ nhất bao lấy tàu. Từ đó xác định được kích thước chiều dài và chiều rộng của tàu trên ảnh và chuyển đổi từ đơn vị điểm ảnh sang đơn vị đo lường. Và để xác định hướng di chuyển của tàu, sử dụng phương pháp chia đôi hình chữ nhật bao lấy tàu để phân loại đầu và đuôi của tàu sử dụng mạng nơ-ron tích chập.

Mô hình mạng nơ-ron tích chập được sử dụng trong các bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu là những mô hình do chính chúng tôi nghiên cứu, thiết kế, đề xuất và thử nghiệm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: là hình vẽ thể hiện phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh;

Hình 2: là hình vẽ minh họa kim tự tháp Gaussian 4 mức;

Hình 3: là hình vẽ thể hiện các bước trích xuất bản đồ nổi bật;

Hình 4: là hình vẽ ví dụ về chuẩn hóa miền giá trị của các bản đồ đặc tính;

Hình 5: Phương pháp phát hiện tàu;

Hình 6: là hình vẽ kiến trúc mạng nơ-ron tích chập phân biệt tàu;

Hình 7: là hình vẽ kiến trúc mạng nơ-ron tích chập xác định đầu tàu;

Hình 8: là hình vẽ phương pháp phân loại, xác định kích thước và hướng di chuyển của tàu.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh có các bước thực hiện như tham chiếu tại hình 1. Chi tiết từng bước của phương pháp được trình bày chi tiết cụ thể dưới đây:

Bước 1: xác định bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào.

Nguồn ảnh đầu vào được thu thập từ nguồn ảnh vệ tinh của công ty cung cấp ảnh vệ tinh planet. Đây là những ảnh được chụp từ vệ tinh của planet, mỗi ảnh gồm ba kênh màu và độ phân giải 3m/điểm ảnh. Mỗi ảnh có kích thước khoảng 9000x4000 điểm ảnh và bao phủ một vùng khoảng 100 km^2 .

Một bản đồ nổi bật là một ảnh thể hiện độ nổi bật của mỗi điểm ảnh trên ảnh. Mục đích của bản đồ nổi bật là để đơn giản hóa hoặc biểu diễn một ảnh thành một dạng ý nghĩa hơn và dễ dàng phân tích hơn. Từ bản đồ nổi bật ta sẽ thu được một tập các đường viền được trích xuất từ ảnh. Đường viền ở đây có thể hiểu là một đường bao lấy tất cả các điểm ảnh gần nhau, có chung màu sắc và cường độ. Mỗi đường viền sẽ xác định một vật thể, tương ứng với một ứng cử viên tàu.

Để xác định đường viền, phải sử dụng phương thức “Tìm đường bao quanh” trong thư viện các hàm lập trình sẵn để giải quyết các bài toán trong thị giác máy tính (OpenCV). Phương thức “Tìm đường bao quanh” của thư viện “OpenCV” giúp trích xuất các đường viền từ một ảnh nhị phân sử dụng thuật toán “Phân tích cấu trúc Tô pô của ảnh nhị phân bằng đường viền”. Mỗi điểm ảnh trên bản đồ nổi bật thể hiện độ nổi bật của điểm ảnh đó theo màu sắc, cường độ, hướng, chuyển động, ...

Theo minh họa tại Hình 2, kim tự tháp theo hàm phân phối chuẩn là một cách biểu diễn ảnh dưới dạng nhiều tỉ lệ kích thước khác nhau. Qua kim tự tháp theo hàm phân phối chuẩn, từ đáy lên đến đỉnh, ảnh sẽ được xử lý lặp lại hai thao tác làm mịn với bộ lọc theo hàm phân phối chuẩn và giảm kích thước đi một nửa. Xét trên cùng một vị trí, giá trị điểm ảnh của mức cao hơn chính là giá trị trung bình cho các điểm ảnh lân cận của vị trí đó ở mức thấp hơn.

Tham chiếu vào Hình 4, ảnh đầu vào ban đầu sẽ được trích xuất ra các bản đồ đặc tính về màu sắc, cường độ điểm ảnh, hướng của chi tiết... Tiếp theo, các bản đồ đặc tính sẽ được sinh các kim tự tháp theo hàm phân phối chuẩn chín mức với các tỉ lệ từ 1:1 (tỉ lệ 0) đến 1:256 (tỉ lệ 8). Với mỗi tỉ lệ của kim tự tháp theo hàm phân phối chuẩn sẽ được tính “Trung tâm – Xung quanh”. “Trung tâm – Xung quanh” là hiệu số mà tại mỗi điểm ảnh sẽ được coi là một “Trung tâm” và các điểm ảnh xung quanh nó được coi là “Xung quanh”. “Trung tâm – Xung quanh” thể hiện độ nổi bật của mỗi điểm ảnh so với các điểm xung quanh nó. “Trung tâm – Xung quanh” được tính dựa trên kim tự tháp theo hàm phân phối chuẩn với: “Trung tâm” là các điểm ảnh tại tỉ lệ $c \in \{2, 3, 4\}$ và “Xung quanh” là các điểm ảnh tại tỉ lệ $s = c + \delta$ với $\delta \in \{3, 4\}$.

Mục đích của bản đồ nổi bật là thể hiện sự nổi bật tại tất cả các điểm ảnh trên ảnh theo tất cả các đặc tính về màu sắc, cường độ điểm ảnh, hướng của chi tiết... của ảnh. Do đó, cần phải có bước tổng hợp các đặc tính của ảnh. Tuy nhiên, trước khi thực hiện tổng hợp, một vấn đề được đặt ra đó là các đặc tính này có miền giá trị khác nhau do đó cần phải chuẩn hóa giữa các bản đồ đặc tính. Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi sử dụng phương pháp chuẩn hóa được thực hiện tham chiếu vào Hình 4 như sau:

- Chuẩn hóa các giá trị của bản đồ đặc tính về miền cố định $[0...M]$;
- Xác định giá trị lớn nhất toàn cục M và tính giá trị trung bình $\bar{m}$ của các cực đại địa phương.
- Nhân toàn bộ bản đồ đặc tính với $(M - \bar{m})^2$.

Cuối cùng, sau khi chuẩn hóa các bản đồ đặc tính, để thu được bản đồ nổi bật, chúng ta sẽ tổng hợp các bản đồ đặc tính bằng cách tính trung bình cộng giữa các bản đồ đã chuẩn hóa.

Bước 2: áp dụng ngưỡng lên bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào để trích xuất và xác định được các ứng cử viên tàu.

Để trích xuất các ứng cử viên tàu, chúng ta sử dụng ngưỡng thích nghi theo tham chiếu tại Hình 5. Ngưỡng này được tính bằng tổng giữa giá trị trung bình các điểm ảnh với tích của hệ số k và độ lệch chuẩn các giá trị điểm ảnh của bản đồ nổi bật. Trong đó,

giá trị của hệ số k sẽ lấy tất cả các giá trị nguyên từ 0 đến 9, việc lấy nhiều giá trị của k sẽ giúp chúng ta trích xuất được đầy đủ các ứng cử viên tàu, từ tàu kích thước nhỏ đến kích thước lớn. Cụ thể, việc tính toán ngưỡng thích nghi được xác định như sau:

$$T_c = m(S) + k * \sigma(S)$$

Trong đó, m và σ lần lượt là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các giá trị điểm ảnh của bản đồ nổi bật. S là bản đồ nổi bật đã trích xuất được và k là hệ số ngưỡng thích nghi.

Với ngưỡng thích nghi đã xác định, tiến hành nhị phân hóa bản đồ nổi bật bằng cách so sánh các điểm ảnh của bản đồ nổi bật với ngưỡng thích nghi. Khi đó, những điểm ảnh có giá trị lớn hơn hoặc bằng ngưỡng sẽ được gán bằng 1 và những điểm ảnh có giá trị nhỏ hơn ngưỡng sẽ được gán bằng 0. Dựa trên bản đồ nhị phân đã thu được, sẽ xác định được các ứng cử viên tàu bằng cách tìm các đường viền bao lấy các vùng có giá trị 1. (Việc xác định đường viền đã được nêu ra ở phía trên). Từ các đường viền đã tìm được, chúng ta sẽ dễ dàng xác định được các hình chữ nhật tối thiểu bao lấy đường viền, tương ứng chính là các ứng cử viên tàu.

Bước 3: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân biệt tàu.

Theo tham chiếu tại Hình 6, để phân biệt tàu, tiến hành huấn luyện mạng nơ-ron tích chập với hai nhãn lớp là “Tàu” và “Không phải tàu”, sau đó sử dụng mô hình mạng này để phân biệt các ứng cử viên tàu thu được từ bước 2.

Để huấn luyện được một mạng nơ-ron tích chập tốt, hiệu quả cho bài toán phát hiện tàu với sự đa dạng về hình dạng, kích thước của tàu, cần xây dựng một bộ dữ liệu đủ tốt. Bộ dữ liệu chúng tôi xây dựng được thu thập từ nguồn ảnh vệ tinh “PlanetScope 3 bands” có kích thước mỗi ảnh 80x80 với độ phân giải 3m/điểm ảnh. Bộ dữ liệu gồm 4259 ảnh, trong đó 1112 ảnh được gán nhãn “Tàu” và 3147 ảnh được gán nhãn “Không phải tàu”.

Sau khi xây dựng được bộ dữ liệu huấn luyện, tác giả đã nghiên cứu, xây dựng và thử nghiệm với các kiến trúc mạng nơ-ron tích chập phân biệt tàu. Quá trình thử nghiệm

được thực hiện bằng cách chia bộ dữ liệu thành hai tập “Huấn luyện” và “Kiểm thử” với tỉ lệ tương ứng là 80:20. Trong đó, tập “Huấn luyện” sẽ được sử dụng để huấn luyện mạng tích chập và tập “Kiểm thử” sẽ được sử dụng để xác định độ chính xác của mô hình mạng. Sau đó, lần lượt thử nghiệm các mô hình mạng tích chập với các kiến trúc như sau:

- Mô hình thứ nhất gồm: gồm bốn lớp “Tích chập”, hai lớp “Hợp nhất lớn nhất” và một lớp “Kết nối đầy đủ”.
- Mô hình thứ hai gồm: gồm sáu lớp “Tích chập”, ba lớp “Hợp nhất lớn nhất” và một lớp “Kết nối đầy đủ”.
- Mô hình thứ ba gồm: gồm tám lớp “Tích chập”, bốn lớp “Hợp nhất lớn nhất” và một lớp “Kết nối đầy đủ”.
- Mô hình thứ tư gồm: gồm mười lớp “Tích chập”, năm lớp “Hợp nhất lớn nhất” và một lớp “Kết nối đầy đủ”.
- Mô hình thứ năm gồm: gồm tám lớp “Tích chập”, bốn lớp “Hợp nhất lớn nhất” và hai lớp “Kết nối đầy đủ”.

Để đánh giá hiệu quả mô hình, sử dụng hai giá trị đánh giá là P và R, hai giá trị này được xác định như sau:

$$P = \frac{\text{Số lượng tàu phát hiện đúng}}{\text{Số lượng tàu đưa ra dự đoán}}$$

$$R = \frac{\text{Số lượng tàu phát hiện đúng}}{\text{Số lượng tàu thực sự}}$$

Có thể hiểu P là độ chính xác của những tàu mô hình phát hiện được, còn R là mức độ không bỏ sót tàu của mô hình phát hiện được. Chi tiết về kết quả thực nghiệm được thể hiện ở bảng dưới đây.

Tên mô hình	P	R
Mô hình thứ nhất	91,5 %	91,0%
Mô hình thứ hai	94,4 %	93,3%
Mô hình thứ ba	97,1 %	96,6%

Mô hình thứ tư	95,2 %	94,6%
Mô hình thứ năm	92,1 %	91,8%

Sau quá trình thử nghiệm, mô hình thứ ba là mô hình có kết quả tốt nhất. Mô hình đó gồm tám lớp “Tích chập”, bốn lớp “Hợp nhất lớn nhất” và một lớp “Kết nối đầy đủ”.

Bước 4: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu.

Để phân loại các tàu đã phát hiện được, theo giải pháp hữu ích sử dụng mô hình mạng nơ-ron tích chập như tham chiếu tại Hình 7 để phân loại tàu vào các nhãn lớp: “Tàu hàng rời”, “Tàu container”, “Tàu cá”, “Tàu du lịch”, “Tàu chở dầu” và “Chưa xác định”

Để huấn luyện mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu, giải pháp hữu ích đã xây dựng một bộ dữ liệu các loại tàu được thu thập từ nhiều nguồn như phần mềm mô phỏng địa cầu (Google Earth), công ty cung cấp ảnh vệ tinh planet, ... Cụ thể, bộ dữ liệu gồm 1462 ảnh, trong đó số ảnh thu thập từ Google Earth chiếm khoảng 30% và số ảnh thu thập từ công ty cung cấp ảnh vệ tinh Planet chiếm khoảng 70%.

Về kiến trúc mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu, giải pháp hữu ích đề xuất sử dụng kỹ thuật phương pháp học máy (Transfer learning) để sử dụng mô hình mạng đã huấn luyện VGG-19 và kết hợp với việc huấn luyện các một lớp “Kết nối đầy đủ” kế tiếp sau mô hình mạng VGG-19 trên bộ dữ liệu phân loại tàu đã xây dựng.

Phương pháp học máy (Transfer learning) là một phương pháp học máy sử dụng mô hình đã được phát triển từ trước và tinh chỉnh nó để phù hợp với bài toán cần giải quyết. VGG-19 là mô hình mạng nơ-ron tích chập gồm mười chín lớp “Tích chập”, mô hình này đã được huấn luyện trên bộ dữ liệu ảnh “Image Net”, do đó nó có khả năng trích xuất rất tốt các đặc tính của ảnh phục vụ cho tác vụ phân loại. Mô hình VGG-19 sẽ đóng vai trò như một bộ trích xuất các đặc tính của ảnh và theo sau nó sẽ một lớp “Kết nối đầy đủ” đóng vai trò phân loại tàu dựa trên các đặc tính đã trích xuất.

Bước 5: đo kích thước và xác định hướng di chuyển của tàu.

Tham chiếu vào Hình 8, để đo kích thước các tàu đã phát hiện, giải pháp hữu ích xác định hình chữ nhật nhỏ nhất bao lấy tàu bằng cách sử dụng ngưỡng để biến đổi ảnh tàu về dạng nhị phân và xác định đường viền của tàu. Cụ thể, mỗi điểm ảnh có miền giá trị là số nguyên trong khoảng 0-255. Do đó, giải pháp hữu ích đã sử dụng ngưỡng bằng 127 để biến đổi ảnh về dạng nhị phân. Khi đó, những điểm ảnh có giá trị nhỏ hơn 127 sẽ được gán bằng 0 và những điểm ảnh có giá trị lớn hơn hoặc bằng 127 sẽ được gán giá bằng 1. Việc sử dụng ngưỡng sẽ biến đổi những điểm ảnh tại vị trí của tàu được biến đổi về giá trị 1 và những điểm ảnh thuộc nền được biến đổi về 0.

Với bản đồ nhị phân đã xác định, giải pháp hữu ích sử dụng phương thức “Tìm đường bao quanh” trên thư viện “OpenCV” để xác định đường viền tương tự như tại bước 1, từ đó xác định được hình chữ nhật bao lấy các đường viền, đó cũng chính là hình chữ nhật bao lấy tàu. Khi đó, kích thước của tàu chính bằng kích thước hình chữ nhật bao lấy tàu và quy đổi sang đơn vị đo lường (mét) dựa trên độ phân giải của ảnh vệ tinh.

Để xác định hướng di chuyển của tàu, thực hiện phương án chia đôi thân tàu và sử dụng mạng nơ-ron tích chập để xác định đầu tàu. Khi đã xác định được hình chữ nhật bao lấy tàu, thao tác chia đôi thân tàu được thực hiện đơn giản bằng phương thức “Cắt ảnh” trong thư viện “OpenCV”. Khi xác định được đầu tàu, chúng ta sẽ xác định được góc quay của đầu tàu, từ đó xác định được hướng di chuyển của tàu.

Để huấn luyện mạng nơ-ron tích chập xác định đầu tàu, tiến hành xây dựng một bộ dữ liệu gồm hai nhãn lớp: “Đầu tàu” và “Đuôi tàu”. Những ảnh trong bộ dữ liệu được chúng tôi thu thập từ nguồn ảnh vệ tinh của Planet với tổng số ảnh là 2174 ảnh, trong đó số lượng ảnh của các nhãn “Đầu tàu” và “Đuôi tàu” chiếm tỉ lệ 50:50.

Sau khi xây dựng được bộ dữ liệu huấn luyện, chúng tôi đã nghiên cứu, xây dựng và thử nghiệm với các kiến trúc mạng tích chập xác định đầu tàu. Quá trình thử nghiệm được thực hiện bằng cách chia bộ dữ liệu thành hai tập “Huấn luyện” và “Kiểm thử” với tỉ lệ tương ứng là 80:20. Trong đó, tập “Huấn luyện” sẽ được sử dụng để huấn luyện mạng tích chập và tập “Kiểm thử” sẽ được sử dụng để xác định độ chính xác của mô hình mạng. Chúng tôi lần lượt thử nghiệm các mô hình mạng tích chập với các kiến trúc như sau:

- Mô hình thứ nhất gồm: gồm một lớp “Tích chập”, một lớp “Hợp nhất lớn nhất” và một lớp “Kết nối đầy đủ”.
- Mô hình thứ hai gồm: gồm hai lớp “Tích chập”, một lớp “Hợp nhất lớn nhất” và một lớp “Kết nối đầy đủ”.
- Mô hình thứ ba gồm: gồm bốn lớp “Tích chập”, hai lớp “Hợp nhất lớn nhất” và hai lớp “Kết nối đầy đủ”.
- Mô hình thứ tư gồm: gồm hai lớp “Tích chập”, một lớp “Hợp nhất lớn nhất” và hai lớp “Kết nối đầy đủ”.

Để đánh giá hiệu quả mô hình, chúng ta sử dụng hai giá trị đánh giá là P và R, hai giá trị này được xác định như sau:

$$P = \frac{\text{Số lượng đầu tàu xác định đúng}}{\text{Số lượng đầu tàu dự đoán}}$$

$$R = \frac{\text{Số lượng đầu tàu xác định đúng}}{\text{Số lượng đầu tàu thực sự}}$$

Có thể hiểu P là độ chính xác của những đầu tàu chúng ta đưa ra dự đoán, còn R là mức độ không bỏ sót đầu tàu của mô hình xác định được. Chi tiết về kết quả thực nghiệm được thể hiện ở bảng dưới đây.

Tên mô hình	P	R
Mô hình thứ nhất	80,4 %	77,9%
Mô hình thứ hai	82,3 %	80,2%
Mô hình thứ ba	85,0 %	83,5%
Mô hình thứ tư	88,1 %	87,5%

Sau quá trình thử nghiệm, mô hình thứ tư là mô hình có kết quả tốt nhất. Mô hình đó gồm hai lớp “Tích chập”, một lớp “Hợp nhất lớn nhất” và hai lớp “Kết nối đầy đủ”.

Giải pháp hữu ích được mô tả chi tiết bằng cách sử dụng các phương án được mô tả ở trên. Tuy nhiên, rõ ràng là đối với người hiểu biết trung bình trong lĩnh vực giải pháp

hữu ích không bị giới hạn ở phương án được mô tả trong phần mô tả giải pháp hữu ích. Giải pháp hữu ích có thể được thực hiện ở chế độ cải biến hoặc thay đổi mà không nằm ngoài phạm vi giải pháp hữu ích được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ. Vì vậy những gì được mô tả trong phần mô tả giải pháp hữu ích chỉ nhằm mục đích minh hoạ, và sẽ không áp đặt bất kỳ giới hạn nào đối với giải pháp hữu ích.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh bao gồm các bước:

bước 1: xác định bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào với nguồn ảnh đầu vào được thu thập từ nguồn ảnh vệ tinh; và sử dụng phương thức “tìm đường bao quanh” của thư viện “OpenCV” giúp trích xuất các đường viền từ một ảnh nhị phân sử dụng thuật toán “phân tích cấu trúc Tô pô của ảnh nhị phân bằng đường viền”; mỗi điểm ảnh trên bản đồ nổi bật thể hiện độ nổi bật của điểm ảnh đó theo màu sắc, cường độ, hướng, chuyển động;

bước 2: áp dụng ngưỡng lên bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào để trích xuất và xác định được các ứng cử viên tàu: sử dụng ngưỡng thích nghi để trích xuất các ứng cử viên tàu, ngưỡng thích nghi thỏa mãn:

$$T_c = m(S) + k * \sigma(S)$$

trong đó, m và σ lần lượt là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các giá trị điểm ảnh của bản đồ nổi bật; S là bản đồ nổi bật đã trích xuất được và k là hệ số ngưỡng thích nghi;

sau đó tiến hành nhị phân hóa bản đồ nổi bật bằng cách so sánh các điểm ảnh của bản đồ nổi bật với ngưỡng thích nghi; gán những điểm ảnh có giá trị lớn hơn hoặc bằng ngưỡng bằng 1 và những điểm ảnh có giá trị nhỏ hơn ngưỡng sẽ được gán bằng 0; tìm các đường viền bao lấy các vùng có giá trị 1 để xác định được các ứng cử viên tàu;

bước 3: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân biệt tàu: tiến hành huấn luyện mạng nơ-ron tích chập với hai nhãn lớp là “Tàu” và “Không phải tàu”; và sử dụng mô hình mạng này để phân biệt các ứng cử viên tàu thu được;

bước 4: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu: cụ thể xây dựng một bộ dữ liệu các loại tàu được thu thập từ nhiều nguồn như phần mềm mô phỏng địa cầu, công ty cung cấp ảnh vệ tinh Planet để xây huấn luyện mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu; sử dụng kỹ thuật “Học chuyển giao” để sử dụng mô hình mạng đã huấn luyện VGG-19 và kết hợp với việc huấn luyện các một lớp “Kết nối đầy đủ” kế tiếp

sau mô hình mạng VGG-19 trên bộ dữ liệu phân loại tàu đã xây dựng; sử dụng mô hình mạng nơ-ron tích chập để phân loại tàu vào các nhãn lớp: “Tàu hàng rời”, “Tàu container”, “Tàu cá”, “Tàu du lịch”, “Tàu chở dầu” và “Chưa xác định”;

bước 5: đo kích thước và xác định hướng di chuyển của tàu: xác định hình chữ nhật nhỏ nhất bao lấy tàu bằng cách sử dụng ngưỡng để biến đổi ảnh tàu về dạng nhị phân và xác định đường viền của tàu; kích thước của tàu chính bằng kích thước hình chữ nhật bao lấy tàu và quy đổi sang đơn vị đo lường (mét) dựa trên độ phân giải của ảnh vệ tinh; để xác định hướng di chuyển của tàu, thực hiện phương án chia đôi thân tàu và sử dụng mạng nơ-ron tích chập để xác định đầu tàu.

2. Phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh theo điểm 1 trong đó việc xác định bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào được thực hiện:

qua kim tự tháp theo hàm phân phối chuẩn, từ đáy lên đến đỉnh, ảnh sẽ được xử lý lặp lại hai thao tác làm mịn với bộ lọc theo hàm phân phối chuẩn và giảm kích thước đi một nửa;

ảnh đầu vào ban đầu sẽ được trích xuất ra các bản đồ đặc tính về màu sắc, cường độ điểm ảnh, hướng của chi tiết;

các bản đồ đặc tính sẽ được sinh các kim tự tháp theo hàm phân phối chuẩn chín mức với các tỉ lệ từ 1:1 (tỉ lệ 0) đến 1:256 (tỉ lệ 8);

thể hiện độ nổi bật của mỗi điểm ảnh so với các điểm xung quanh nó bằng cách tính “Trung tâm – Xung quanh” với mỗi tỉ lệ của kim tự tháp theo hàm phân phối chuẩn, trong đó;

“Trung tâm” là các điểm ảnh tại tỉ lệ $c \in \{2, 3, 4\}$ và “Xung quanh” là các điểm ảnh tại tỉ lệ $s = c + \delta$ với $\delta \in \{3, 4\}$.

3. Phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó:

thực hiện chuẩn hóa giữa các bản đồ đặc tính có các miền giá trị khác nhau như sau:

chuẩn hóa các giá trị của bản đồ đặc tính về miền cố định $[0...M]$;

xác định giá trị lớn nhất toàn cục M và tính giá trị trung bình $\bar{m}$ của các cực đại địa phương;

nhân toàn bộ bản đồ đặc tính với $(M - \bar{m})^2$.

4. Phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh theo điểm 1, việc huấn luyện mạng nơ ron tích chập được thực hiện như sau:

xây dựng một bộ dữ liệu được thu thập từ nguồn ảnh của công ty cung cấp ảnh Planet gồm 4259 ảnh, trong đó 1112 ảnh được gán nhãn “Tàu” và 3147 ảnh được gán nhãn “Không phải tàu”;

chia bộ dữ liệu thành 2 tập “Huấn luyện” và “Kiểm thử” với tỉ lệ tương ứng là 80:20, trong đó tập “Huấn luyện” sẽ được sử dụng để huấn luyện mạng tích chập và tập “Kiểm thử” sẽ được sử dụng để xác định độ chính xác của mô hình mạng;

thử nghiệm và đưa ra mô hình cho kết quả tốt nhất, gồm 8 lớp “Tích chập”, 4 lớp “Hợp nhất lớn nhất” và 1 lớp “Kết nối đầy đủ”.

5. Phương pháp giải quyết bài toán phát hiện, phân loại và đo lường tàu từ ảnh vệ tinh theo điểm 1, trong đó đo kích thước và xác định hướng di chuyển của tàu:

mỗi điểm ảnh có miền giá trị là số nguyên trong khoảng 0-255; sử dụng ngưỡng bằng 127 để biến đổi ảnh về dạng nhị phân bằng cách gán những điểm ảnh có giá trị nhỏ hơn 127 gán bằng 0 và những điểm ảnh có giá trị lớn hơn hoặc bằng 127 sẽ được gán giá bằng 1;

sử dụng phương thức “Tìm đường bao quanh” trên thư viện “OpenCV” để xác định đường viền từ đó xác định được hình chữ nhật bao lấy các đường viền, đó cũng chính là hình chữ nhật bao lấy tàu.

bước 1: xác định bản đồ nổi bật của ảnh đầu vào

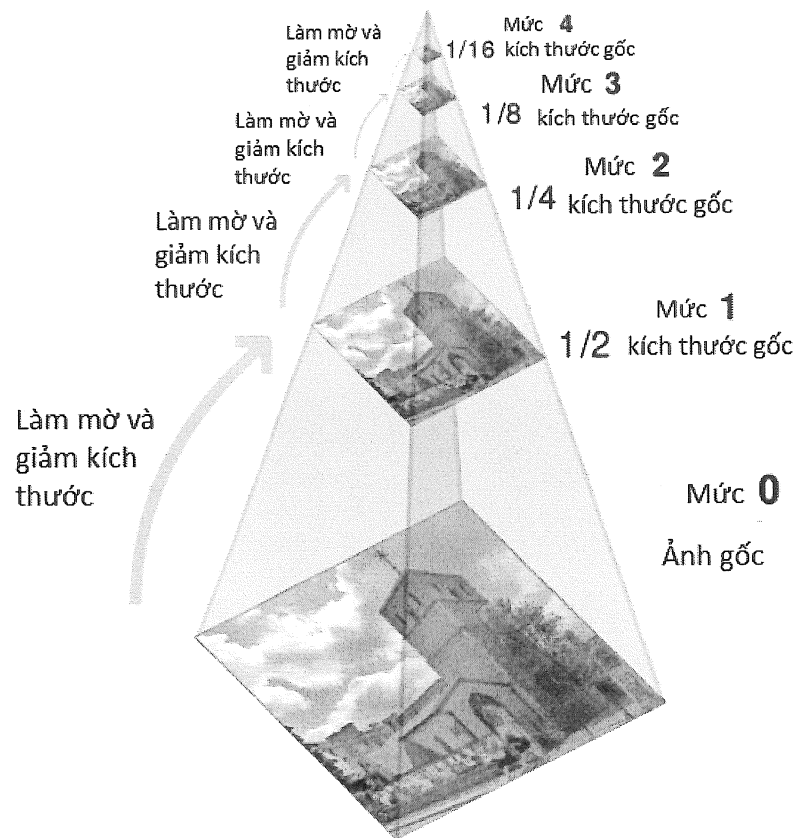
bước 2: áp dụng ngưỡng lên bản đồ ảnh nổi bật để trích xuất và xác định được các ứng cử viên tàu

bước 3: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân biệt tàu

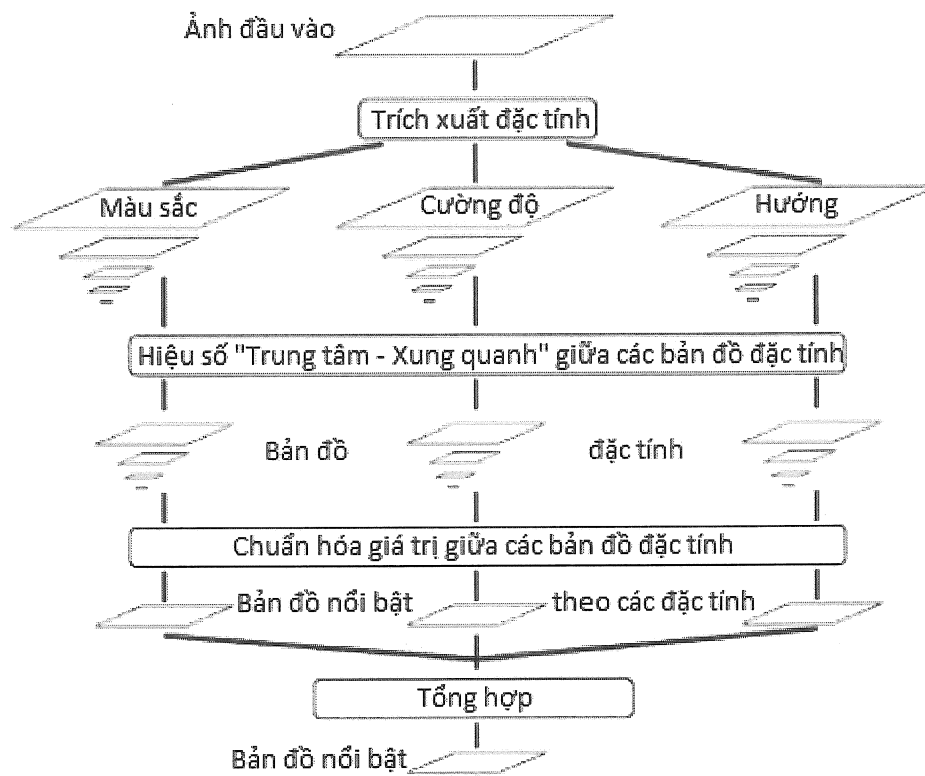
bước 4: xây dựng và huấn luyện mô hình mạng nơ-ron tích chập phân loại tàu

bước 5: đo kích thước và xác định hướng di chuyển của tàu

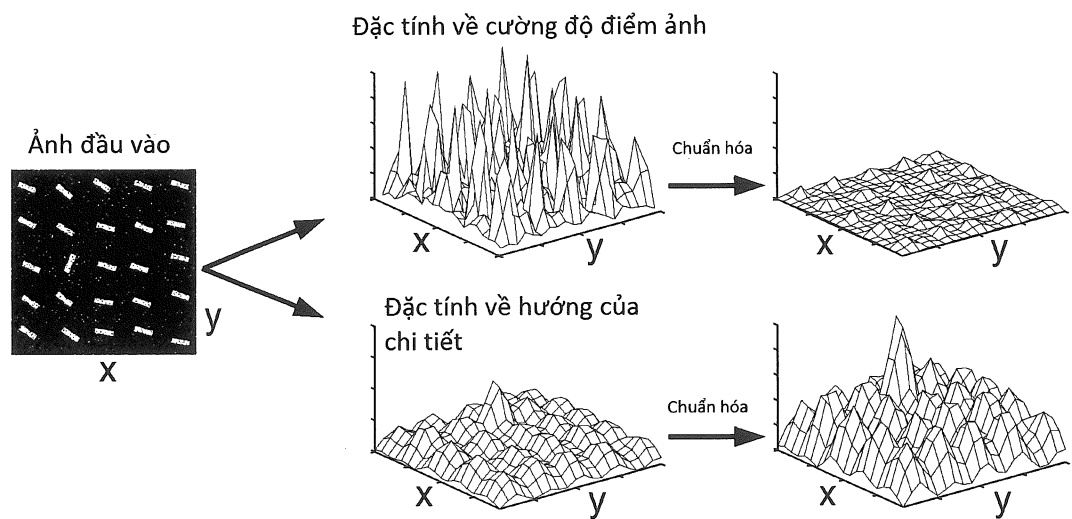
Hình 1



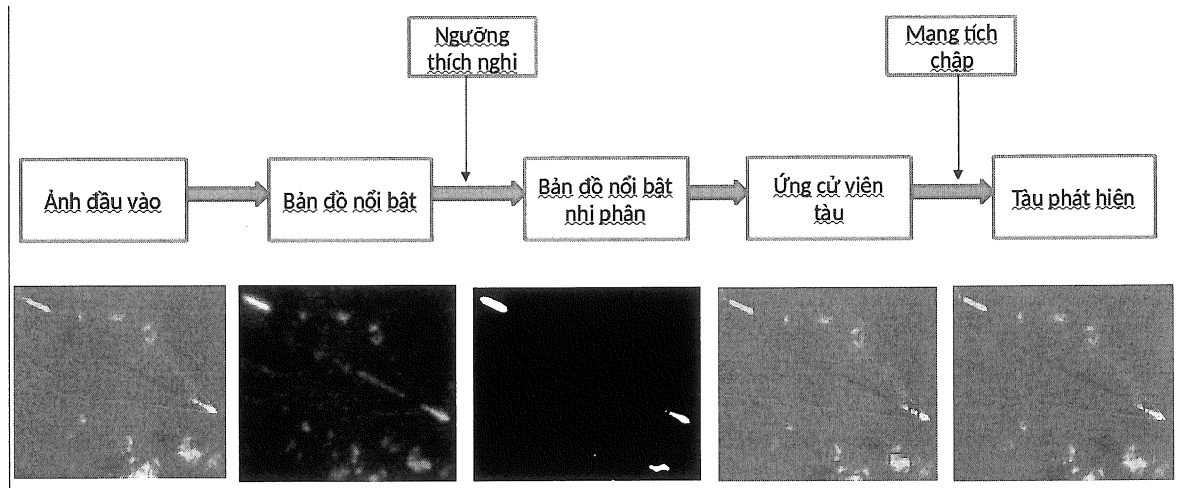
Hình 2



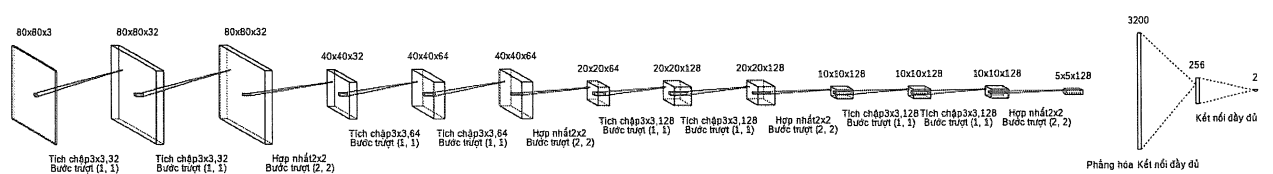
Hình 3



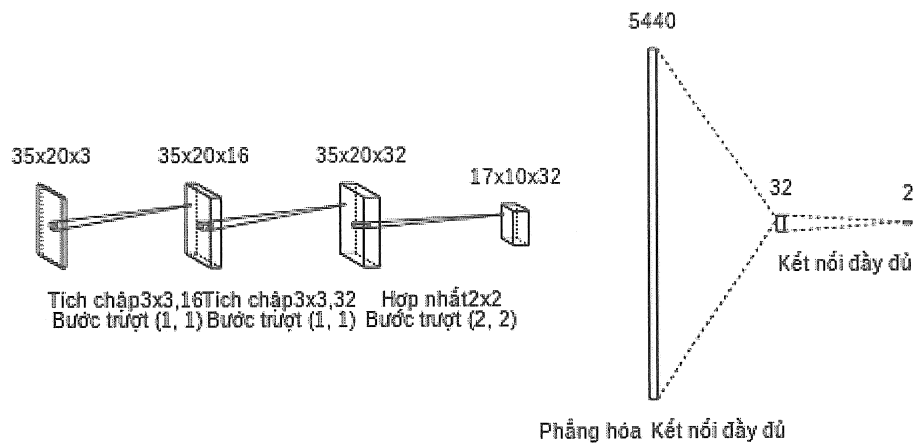
Hình 4



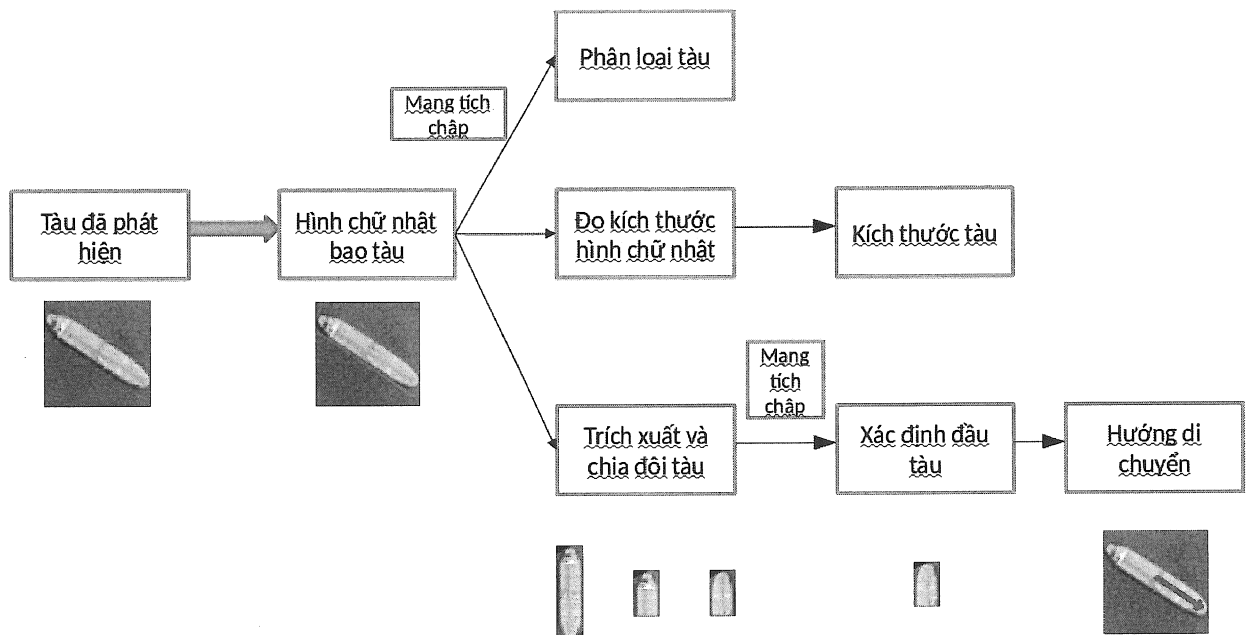
Hình 5



Hình 6



Hình 7



Hình 8