



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0034546

(51)⁷ G06T 1/40

(13) B

(21) 1-2017-04857

(22) 01/12/2017

(30) 15/367,975 02/12/2016 US

(45) 25/01/2023 418

(43) 25/06/2018 363A

(73) GEOSAT Aerospace & Technology Inc. (TW)

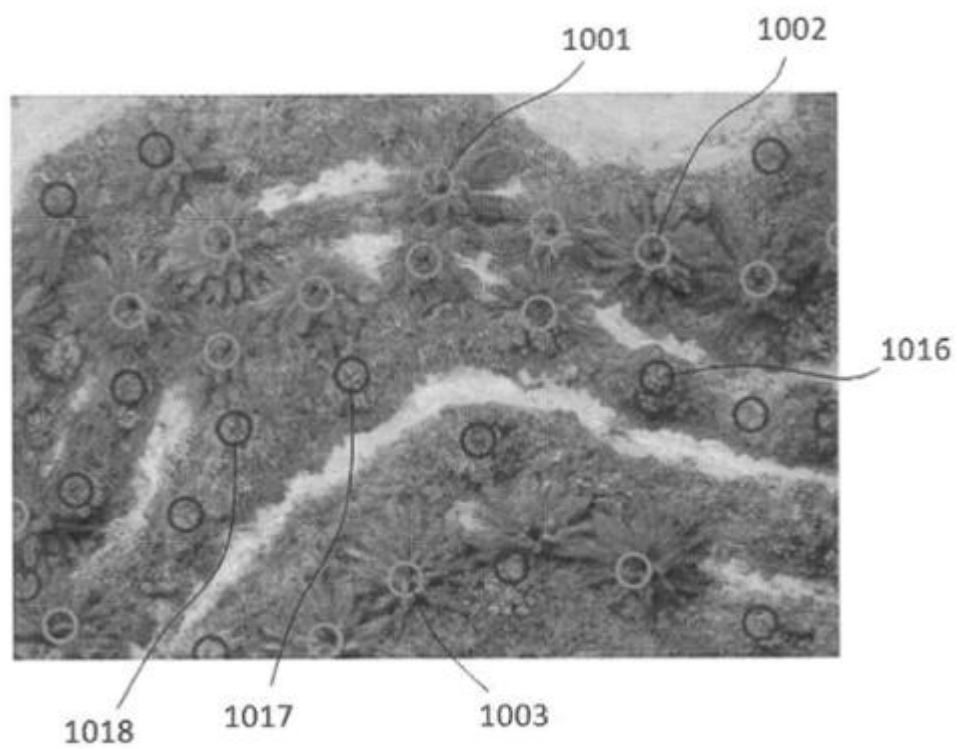
12F., No.253, Sec. 3, Dongmen Rd., East Dist., Tainan City 701, Taiwan

(72) Cheng-Fan LO (TW); Zih-Siou CHEN (TW); Chang-Rong KO (TW); Chun-Yi WU (TW).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS HANOI)

(54) VẬT GHI KHÔNG TẠM THỜI CÓ THỂ ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH LƯU TRỮ CÁC LỆNH, PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG PHÁT HIỆN TỰ ĐỘNG CÁC ĐỐI TƯỢNG TỪ DỮ LIỆU HÌNH ẢNH TỪ TRÊN KHÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh, phương pháp và hệ thống phát hiện tự động các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không. Theo các phương án nhất định, phương pháp có thể bao gồm việc thu hình ảnh mô hình số bề mặt (Digital Surface Model - DSM) của khu vực. Phương pháp có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh DSM của một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu. Phương pháp còn bao gồm phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM của khu vực và một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu. Phương pháp có thể còn bao gồm việc nhận biết đối tượng mục tiêu được phát hiện bằng trí thông minh nhân tạo. Phương pháp có thể còn bao gồm việc tiếp nhận các vị trí của các đối tượng mục tiêu được nhận biết. Phương pháp có thể còn bao gồm việc tính toán số lượng đối tượng mục tiêu được nhận biết.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập một cách tổng quát đến các phương pháp và các hệ thống để phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, và cụ thể hơn là đề cập đến các phương pháp và các hệ thống để phát hiện các đối tượng từ hình ảnh từ trên không của khu vực quan tâm bởi đối sánh mô hình và trí tuệ nhân tạo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc phát hiện đối tượng tự động giúp ích cho việc tìm kiếm và nhận dạng các đối tượng mục tiêu trong hình ảnh. Với sự nỗ lực nhỏ, con người có thể nhận biết một hoặc một số đối tượng mục tiêu trong hình ảnh. Tuy nhiên, có thể sẽ là thách thức cho con người để tìm kiếm và nhận dạng một số lượng đáng kể các đối tượng mục tiêu trong hình ảnh. Các đối tượng mục tiêu trong hình ảnh có thể trông khác nhau từ các góc nhìn khác nhau khi được hiển thị ở các kích thước và tỉ lệ khác nhau hoặc thậm chí ở các góc quay khác nhau. Một số phương pháp được thực hiện trên máy tính có thể phát hiện các đối tượng mục tiêu dựa vào bề ngoài hoặc các đặc điểm của chúng. Tuy nhiên, độ chính xác của các phương pháp phát hiện đối tượng này có thể không đủ tốt cho một số ứng dụng, chẳng hạn như cây trồng hoa màu hoặc các ứng dụng nông nghiệp nhất định.

Việc phát hiện đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không thậm chí trở nên nhiều thách thức hơn khi số lượng các đối tượng mục tiêu tiềm năng trong khu vực quan tâm tăng và độ phân giải của các hình ảnh từ trên không bị giới hạn. Dựa vào con người để tìm kiếm và nhận dạng các đối tượng mục tiêu trở nên không khả thi khi có một lượng đáng kể các đối tượng mục tiêu tiềm năng trong các khu vực có quy mô lớn. Việc tăng độ phân giải của các hình ảnh từ trên không có thể giúp ích trong việc làm tăng độ chính xác phát hiện đối tượng. Tuy nhiên, cùng lúc đó, việc thực hiện nhận biết và phát hiện đối tượng trên hình ảnh có độ phân giải cao làm tăng độ phức tạp tính toán, mà sẽ hạn chế tính khả thi và hiệu quả của các ứng dụng nhất định.

Do đó, cần có các phương pháp và hệ thống để phát hiện nhanh chóng và chính xác các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không của khu vực quan tâm. Các phương pháp và các hệ thống được bộc lộ trong sáng chế nhằm khắc phục hoặc cải thiện một hoặc nhiều vấn đề nêu trên và các vấn đề khác trong tình trạng kỹ thuật.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một khía cạnh của sáng chế đề cập đến vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi chạy, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện các thao tác để phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không. Các thao tác có thể gồm việc thu hình ảnh mô hình bề mặt số (Digital Surface Model - DSM) của khu vực. Các thao tác có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh DSM của một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu. Các thao tác có thể còn bao gồm việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM của khu vực và một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu. Các thao tác có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực. Các thao tác có thể còn bao gồm việc thu được một hoặc nhiều vị trí của đối tượng mục tiêu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Các thao tác có thể còn bao gồm việc thu được một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện. Các thao tác có thể còn bao gồm việc trích xuất một hoặc nhiều đặc điểm nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng như một hoặc nhiều véc tơ đặc trưng. Các thao tác có thể còn bao gồm việc thu được nhiều dữ liệu hướng dẫn, dữ liệu hướng dẫn gồm nhiều hình ảnh từ trên không của cùng loại đối tượng như đối tượng mục tiêu. Các thao tác có thể còn bao gồm hướng dẫn bộ phân loại dựa trên nhiều dữ liệu hướng dẫn. Thao tác có thể còn bao gồm phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bởi bộ phân loại được hướng dẫn theo một hoặc nhiều véc tơ đặc trưng. Các thao tác có thể còn bao gồm nhận biết các đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả được phân loại. Các thao tác có thể còn bao gồm việc thu được một hoặc nhiều vị trí của đối tượng mục tiêu được nhận biết. Các thao tác có thể còn bao gồm tính toán số lượng các đối tượng mục tiêu được nhận biết.

Khía cạnh khác của sáng chế hướng đến phương pháp phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không được thực hiện bởi nhiều mạch tích hợp, một hoặc nhiều mảng cổng lập trình được dạng trường, một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc bộ điều khiển chạy các lệnh mà thực hiện phương pháp, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng. Phương pháp có thể bao gồm việc thu hình ảnh DSM của khu vực. Phương pháp có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh DSM của một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu. Phương pháp có thể còn bao gồm việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM của khu vực và một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu. Phương pháp có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực. Phương pháp có thể còn bao gồm việc thu được một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Phương pháp có thể còn bao gồm việc thu được một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện. Phương pháp có thể còn bao gồm việc trích xuất một hoặc nhiều đặc điểm nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng như một hoặc nhiều vectơ đặc trưng. Phương pháp có thể còn bao gồm việc thu được nhiều dữ liệu hướng dẫn, dữ liệu hướng dẫn gồm nhiều hình ảnh từ trên không của cùng loại đối tượng như đối tượng mục tiêu. Phương pháp có thể còn bao gồm việc hướng dẫn bộ phân loại dựa trên nhiều dữ liệu hướng dẫn. Phương pháp có thể còn bao gồm việc phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bởi bộ phân loại được hướng dẫn theo một hoặc nhiều vectơ đặc trưng. Phương pháp có thể còn bao gồm việc nhận biết các đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả được phân loại. Phương pháp có thể còn bao gồm việc thu được một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được nhận biết. Phương pháp có thể còn bao gồm việc tính toán số lượng các đối tượng mục tiêu được nhận biết.

Khía cạnh khác nữa của sáng chế hướng đến hệ thống để phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không. Hệ thống để phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không có thể gồm bộ phận hình ảnh từ trên không, bộ phận hình ảnh mục tiêu, và bộ phận phát hiện. Bộ phận hình ảnh từ trên không có thể được tạo cấu hình để thu được hình ảnh DSM của khu vực. Bộ phận hình ảnh mục tiêu có thể được tạo cấu hình để thu được hình ảnh DSM của một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu. Bộ phận phát

hiện có thể được tạo cấu hình để phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM của khu vực và một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu.

Hệ thống phát hiện đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không có thể còn bao gồm bộ phận định vị, bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng, và bộ phận phân loại và nhận biết. Bộ phận hình ảnh từ trên không có thể còn được tạo cấu hình để thu được hình ảnh từ trên không của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực. Bộ phận định vị có thể được tạo cấu hình để thu được một hoặc nhiều vị trí của đối tượng mục tiêu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Bộ phận tiếp nhận hình ảnh từ trên không theo vùng có thể được tạo cấu hình để tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện. Bộ phận trích xuất có thể được tạo cấu hình để trích xuất một hoặc nhiều đặc điểm nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng như một hoặc nhiều véctor đặc trưng. Bộ phận phân loại và nhận biết có thể được tạo cấu hình để thu được nhiều dữ liệu hướng dẫn, dữ liệu hướng dẫn gồm nhiều hình ảnh từ trên không của cùng loại đối tượng như đối tượng mục tiêu. Bộ phận phân loại và nhận biết có thể còn được tạo cấu hình để hướng dẫn bộ phận phân loại dựa trên nhiều dữ liệu hướng dẫn. Bộ phận phân loại và nhận biết có thể còn được tạo cấu hình để phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bởi bộ phận phân loại được hướng dẫn theo một hoặc nhiều véctor đặc trưng. Bộ phận phân loại và nhận biết có thể còn được tạo cấu hình để nhận biết các đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả được phân loại. Bộ phận phân loại và nhận biết có thể còn được tạo cấu hình để thu được một hoặc nhiều vị trí của đối tượng mục tiêu được nhận biết. Bộ phận phân loại và nhận biết có thể còn được tạo cấu hình để tính toán số lượng của các đối tượng mục tiêu được nhận biết.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 minh họa hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực cho việc phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế.

Fig.2 là lưu đồ minh họa phương pháp minh họa việc phát hiện đối tượng tự động từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, theo phương án của sáng chế.

Fig.3 minh họa hình ảnh DSM minh họa của khu vực, tương ứng với hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực trên Fig.1, cho việc phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế.

Fig.4 minh họa hai hình ảnh DSM minh họa của loại đối tượng mục tiêu minh họa cho việc phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế.

Fig.5 minh họa hình ảnh minh họa về các tỉ lệ khớp từ các tính toán minh họa về các tỉ lệ khớp giữa hình ảnh DSM minh họa của khu vực trên Fig.3 và hình ảnh mô hình minh họa trên Fig.4 cho việc phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế.

Fig.6 minh họa hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu với các vị trí của các đối tượng mục tiêu minh họa được phát hiện tương ứng với phương pháp minh họa để phát hiện đối tượng tự động trên Fig.2, theo phương án của sáng chế.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp minh họa khác cho việc phát hiện đối tượng tự động từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, theo phương án của sáng chế.

Fig.8 minh họa hình chiếu phóng to một phần của hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu với các vị trí của các đối tượng mục tiêu minh họa được phát hiện tương ứng với phương pháp minh họa để phát hiện đối tượng tự động trên Fig.2, theo phương án của sáng chế.

Fig.9 minh họa nhiều dữ liệu hướng dẫn minh họa mà có thể được sử dụng để hướng dẫn bộ phân loại minh họa cho việc phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế.

Fig.10 minh họa hình chiếu phóng to một phần của hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu các kết quả được phân loại tại các vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện theo phương pháp minh họa cho việc phát hiện đối tượng tự động trên Fig.7, theo phương án của sáng chế.

Fig.11 minh họa hình chiếu phóng to một phần của ảnh chụp từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu với các vị trí của các đối tượng mục tiêu minh họa được phát hiện và nhận biết một cách chính xác theo phương pháp minh họa cho việc phát hiện đối tượng tự động trên Fig.7, theo phương án của sáng chế.

Fig.12 minh họa hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu các kết quả phân loại tại các vị trí của các đối tượng mục tiêu minh họa được phát hiện và được phân loại theo phương pháp minh họa cho việc phát hiện đối tượng tự động minh họa trên Fig.7, theo phương án của sáng chế.

Fig.13 là sơ đồ khối của hệ thống minh họa cho việc phát hiện đối tượng tự động từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế này nói chung hướng đến các phương pháp và các hệ thống để phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không. Dự tính rằng đối tượng mục tiêu có thể là thực vật, cây, cây cọ dầu, vật thể, tòa nhà, nhà máy, vùng đất, đặc điểm địa mạo học, hoặc tổ hợp của chúng. Nói chung, các đối tượng mục tiêu được phát hiện có thể bao gồm bất kỳ vật gì như các vật thể, tòa nhà, nhà máy, thực vật, cây, động vật, và thậm chí là con người. Các đối tượng mục tiêu có thể có một vài đặc trưng về màu sắc, hình dạng, và/hoặc bề ngoài. Các đặc trưng này của các đối tượng mục tiêu có thể được sử dụng để phát hiện các đối tượng mục tiêu trong hình ảnh của khu vực quan tâm.

Fig.1 minh họa hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực cho việc phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế. Các cây cọ dầu, ví dụ, là các đối tượng mục tiêu minh họa sẽ được phát hiện trong hình ảnh từ trên không của khu vực. Các cây cọ dầu này có độ cao nhất định từ mặt đất. Trong một số phương án, các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể gồm việc phát hiện các đối tượng mục tiêu dựa trên thông tin về độ cao của các đối tượng mục tiêu trong hình ảnh từ trên không của khu vực. Ví dụ, DSM của khu vực có thể gồm bề mặt trái đất và tất cả các đối tượng, và thông tin về độ cao được kết hợp với bề mặt trái đất và tất cả các đối tượng. Dự tính rằng các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể bao gồm việc phát hiện các đối tượng mục tiêu thông qua thông tin về độ cao được chứa trong DSM của khu vực quan tâm. Trong một số phương án, các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể bao gồm việc phát hiện các đối tượng mục tiêu theo một số mô hình và/hoặc hình ảnh khác nhau của khu vực chứa thông tin về độ cao, chẳng hạn như mô hình độ cao số (Digital Elevation Model - DEM) của khu vực.

Trong một số phương án, các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể bao gồm việc thu được các DSM, DEM, và/hoặc các hình ảnh từ trên không của khu vực bằng cách sử dụng một hoặc nhiều cảm biến phát hiện ánh sáng và khoảng cách (Light Detection And Ranging - LiDAR), các cảm biến DSM thời gian thực, các cảm biến để sản xuất sau DSM, các tính toán từ nhiều hình ảnh từ trên không của khu vực, và tổ hợp của chúng. Theo một số phương án, các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể bao gồm việc thu thập các DSM, DEM, và/hoặc các hình ảnh từ trên không của khu vực bằng cách sử dụng một trong số các cảm biến được đề cập ở trên và/hoặc máy ảnh bởi phương tiện trên không không người lái (Unmanned Aerial Vehicle - UAV) 100 (được thể hiện trên Fig.13), máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, hoặc vệ tinh nhân tạo. Trong một số phương án, các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể còn bao gồm việc nhận dữ liệu liên quan của các DSM, DEM, và/hoặc các hình ảnh từ trên không của khu vực từ UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, vệ tinh nhân tạo qua kết nối không dây, như Bluetooth, Wi-Fi, di động (ví dụ, GPRS, WCDMA, HSPA, LTE, hoặc các hệ thống truyền thông di động thế hệ sau), và kết nối vệ tinh, hoặc kết nối có dây như đường USB hoặc đường Lighting.

Trong một số phương án, các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể bao gồm việc thu được các DSM, DEM, và/hoặc các hình ảnh từ trên không của khu vực để phát hiện đối tượng từ nhiều DSM, DEM, và/hoặc các hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực. Ví dụ, các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể bao gồm việc tổ hợp hoặc ghép nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực để thu được các hình ảnh từ trên không của khu vực trên Fig.1 để phát hiện đối tượng. Các phương pháp và các hệ thống theo sáng chế có thể bao gồm việc xác định mô hình toán học thích hợp liên quan đến các tọa độ điểm ảnh trong một hình ảnh với các tọa độ điểm ảnh trong hình ảnh khác để căn chỉnh hình ảnh. Các phương pháp và các hệ thống theo sáng chế có thể còn bao gồm việc ước lượng sự căn chỉnh chính xác liên quan đến các cặp hình ảnh từ trên không khác nhau bằng cách tổ hợp các phép so sánh điểm ảnh với điểm ảnh trực tiếp với phép giảm gradien. Các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể còn bao gồm việc nhận dạng và khớp các đặc điểm phân biệt trong các hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực để thiết lập sự tương quan giữa các cặp hình ảnh từ trên không. Các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể còn bao gồm việc

quyết định bề mặt hợp thành cuối cùng mà để làm cong hoặc biến đổi theo dự kiến và đặt tất cả các hình ảnh từ trên không được căn chỉnh lên trên. Các phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể còn bao gồm việc pha trộn liền mạch các hình ảnh từ trên không chồng lặp, ngay cả khi có mặt thị sai, biến dạng thấu kính, chuyển động cảnh, và các chênh lệch lộ sáng.

Fig.2 là lưu đồ minh họa phương pháp minh họa 200 để phát hiện đối tượng tự động từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, theo phương án của sáng chế. Một khía cạnh của sáng chế được hướng tới vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi chạy, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp minh họa 200 trên Fig.2 để phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể bao gồm loại khả biến hoặc không khả biến, có từ tính, chất bán dẫn, băng, quang học, có thể tháo rời, không thể tháo rời hoặc các loại khác của vật ghi có thể đọc được bằng máy tính hoặc các thiết bị lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính. Ví dụ, vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể là bộ phận lưu trữ hoặc môđun bộ nhớ có các lệnh máy tính được lưu trữ trên đó, như được bộc lộ. Trong một số phương án, vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể là đĩa, hoặc bộ nhớ flash có các lệnh máy tính được lưu trữ trên đó. Trong một số phương án, vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể là bộ nhớ đám mây hoặc bộ nhớ từ xa có các lệnh máy tính được lưu trữ trên đó, các lệnh này có thể được tải về thiết bị khác để chạy.

Phương pháp 200 có thể gồm các bước là thu hình ảnh DSM của khu vực (bước 220), thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu (bước 240), và phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM của khu vực và đối tượng mục tiêu trong các bước 220 và 240 (bước 260). Cần lưu ý là DSM của khu vực chứa thông tin về độ cao của khu vực. Hình ảnh DSM của khu vực có thể thu được bằng cách sử dụng thông tin độ cao của khu vực như các giá trị thang độ xám của hình ảnh thang độ xám của khu vực, và ngược lại. Theo đó, “DSM” và “hình ảnh DSM” có thể được sử dụng thay thế nếu có thể áp dụng trong toàn bộ sáng chế.

Bước 220 có thể gồm việc thu hình ảnh DSM của khu vực quan tâm. Ví dụ, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể gồm việc truy cập hình ảnh DSM của khu vực quan tâm từ vật ghi có thể đọc được bằng máy tính hoặc thiết bị lưu trữ có

thể đọc được bằng máy tính. Ví dụ khác, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể bao gồm việc nhận hình ảnh DSM của khu vực quan tâm từ đầu vào bên ngoài, như đầu vào hình ảnh 120 (mà sẽ được mô tả trong các hệ thống được bộc lộ). Đầu vào hình ảnh 120 có thể được nối truyền thông với, ví dụ, UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, hoặc vệ tinh nhân tạo. Nói cách khác, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể bao gồm việc nhận hình ảnh DSM của khu vực quan tâm từ UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, hoặc vệ tinh nhân tạo. Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể bao gồm việc thu nhiều hình ảnh DSM của các phần của khu vực, và tổ hợp hoặc ghép nhiều hình ảnh DSM của các phần của khu vực để thu được các hình ảnh DSM của khu vực quan tâm. Ví dụ, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể bao gồm việc thu được nhiều hình ảnh DSM của các phần của khu vực, và nhận dạng và khớp các đặc điểm phân biệt trong nhiều hình ảnh DSM của các phần của khu vực để thiết lập sự tương quan giữa các cặp hình ảnh DSM. Việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc phối hợp nhiều hình ảnh DSM của các phần của khu vực dựa trên các tương quan được thiết lập giữa các cặp hình ảnh DSM để thu được hình ảnh DSM của khu vực quan tâm.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể gồm việc thu nhiều hình ảnh từ trên không của khu vực, tổ hợp hoặc ghép các hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực để thu được hình ảnh từ trên không của khu vực, và chuyển hình ảnh từ trên không được ghép của khu vực thành hình ảnh DSM của khu vực. Ví dụ, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể bao gồm việc nhận nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực, và ghép nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực để thu được hình ảnh từ trên không của khu vực như được thể hiện trên Fig.1. Các hình ảnh từ trên không đó của các phần của khu vực có thể được kết hợp với nhiều DSM của các phần của khu vực. Nói cách khác, nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực có thể tương ứng với nhiều DSM của các phần của khu vực. Bước 220 có thể bao gồm việc thu hình ảnh DSM của khu vực trên Fig.3 tương ứng với các hình ảnh từ trên không được ghép của khu vực trên Fig.1 dựa trên sự tương quan giữa các hình ảnh từ trên không và các DSM của các phần của khu vực. Fig.3 minh họa hình ảnh DSM minh họa của khu vực, tương ứng với hình ảnh

từ trên không minh họa của khu vực trên Fig.1, để phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể bao gồm việc thu thập các DSM và/hoặc các hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc các phần của khu vực bằng cách sử dụng một hoặc nhiều cảm biến LiDAR, cảm biến DSM thời gian thực, cảm biến để sản xuất sau DSM, các phép tính toán từ nhiều hình ảnh từ trên không của khu vực, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng. Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể bao gồm việc thu thập các DSM và/hoặc hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc các phần của khu vực bằng cách sử dụng một trong số các cảm biến được đề cập ở trên, và máy ảnh qua UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, hoặc vệ tinh nhân tạo. Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc nhận dữ liệu được thu thập của các DSM, và/hoặc các hình ảnh từ trên không của khu vực từ UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, vệ tinh nhân tạo qua kết nối không dây, như Bluetooth, Wi-Fi, mạng di động (ví dụ, GPRS, WCDMA, HSPA, LTE, hoặc các hệ thống truyền thông di động thế hệ sau), và kết nối vệ tinh, hoặc kết nối có dây như đường USB hoặc đường Lighting.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không có màu của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực, việc thu hình ảnh từ trên không có màu của đối tượng mục tiêu, nhận dạng một hoặc nhiều khu vực con như một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu dựa trên hình ảnh từ trên không có màu của khu vực và màu của đối tượng mục tiêu.

Ví dụ, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không RGB của khu vực trên Fig.1 tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực quan tâm trên Fig.3. Ngoài ra, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không RGB của cây cọ dầu, đối tượng mục tiêu. Hơn nữa, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc nhận dạng màu xanh lá cây như màu chính cụ thể của cây cọ dầu. Hơn nữa, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc nhận dạng các điểm ảnh của hình ảnh từ trên không của khu vực như các điểm ảnh

khả thi của các cây cọ dầu khi các giá trị G riêng rẽ của chúng lớn hơn cả hai giá trị R và B riêng rẽ của chúng. Ví dụ, các thao tác có điều kiện sau đây có thể được sử dụng để kiểm tra liệu điểm ảnh được nhận dạng có phải là các điểm ảnh khả thi của các cây cọ dầu hay không: Nếu ($\text{Pixel.G} > \text{Pixel.R} \ \&\& \ \text{Pixel.G} > \text{Pixel.B}$) lấy Pixel, trong đó Pixel.R, Pixel.G, và Pixel.B viết tắt bởi các mức điểm ảnh R, G, và B riêng rẽ. Hơn nữa, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc nhận dạng số lượng các điểm ảnh khả thi liên kề nhất định của các cây cọ dầu như các khu vực con mục tiêu.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm nhận dạng màu sắc chính cụ thể của đối tượng mục tiêu. Ví dụ, việc nhận dạng màu sắc chính cụ thể của đối tượng mục tiêu trong bước 220 có thể bao gồm việc so sánh các mức R, G và B riêng rẽ trong các điểm ảnh của hình ảnh từ trên không của đối tượng mục tiêu, và xác định các màu sắc chính tiêu biểu của các điểm ảnh này. Ngoài ra, việc nhận dạng màu sắc chính cụ thể của đối tượng mục tiêu trong bước 220 có thể còn bao gồm việc tính toán số lượng các màu sắc chính tiêu biểu của các điểm ảnh này, và việc nhận dạng màu sắc chính tiêu biểu của số lượng cực đại của các điểm ảnh như màu sắc chính cụ thể của đối tượng mục tiêu. Ví dụ, việc nhận dạng màu sắc chính cụ thể của đối tượng mục tiêu trong bước 220 có thể bao gồm việc nhận dạng màu xanh lá cây như màu chính cụ thể của cây cọ dầu khi màu xanh lá cây là màu chính tiêu biểu với số lượng cực đại của các điểm ảnh của hình ảnh từ trên không của cây cọ dầu.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 có thể còn bao gồm việc tăng cường độ tương phản của các hình ảnh của một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu trên hình ảnh DSM của khu vực. Ví dụ, việc tăng cường độ tương phản của khu vực con mục tiêu trong bước 220 có thể bao gồm việc tăng cường độ tương phản của khu vực con mục tiêu của hình ảnh DSM của khu vực tương ứng với các khu vực con mục tiêu được nhận dạng của hình ảnh từ trên không của khu vực bởi sự cân bằng biểu đồ. Bằng cách sử dụng cân bằng biểu đồ, ví dụ, việc tăng cường độ tương phản trong bước 220 có thể bao gồm việc tính toán hàm khối lượng xác suất của các điểm ảnh của các khu vực con mục tiêu, tính toán các giá trị hàm phân bố lũy tích (cumulative distributive function - CDF) theo các mức xám, nhân các giá trị CDF với (các mức xám -1), và ánh xạ các giá trị mức xám mới thành các điểm ảnh của các khu

vực con mục tiêu. Việc tăng cường độ tương phản trong bước 220 có thể bao gồm việc tăng cường độ tương phản bởi các thuật toán khác như mở rộng toàn diện, khuếch tán dị hướng, các kỹ thuật hình chóp không tuyến tính, các kỹ thuật hình thái nhiều tỉ lệ, hàm nối trục nhiều độ phân giải, tạo chùm dạng núi, lý thuyết retinex, các biến đổi wavelet, các biến đổi curvelet, phép cắt k-sigma, logic mờ, các thuật toán phát sinh, hoặc các thuật toán tham lam.

Bước 240 có thể gồm việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu. Fig.4 minh họa các hình ảnh DSM minh họa của loại các đối tượng mục tiêu minh họa cho việc phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế. Ví dụ, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể gồm việc truy cập hình ảnh DSM của cây cọ dầu trên Fig.4(a) từ vật ghi có thể đọc được bằng máy tính hoặc thiết bị lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính. Ví dụ khác, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể bao gồm việc nhận hình ảnh DSM của cây cọ dầu trên Fig.4(a) từ đầu vào bên ngoài, như đầu vào hình ảnh 120 (sẽ được mô tả trong các hệ thống được bộc lộ). Ví dụ khác, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể gồm việc nhận tín hiệu lựa chọn từ đầu vào bên trong, như đầu vào hình ảnh 120. Tín hiệu lựa chọn có thể bao gồm việc nhận dạng một phần hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220 như hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu. Ví dụ, tín hiệu lựa chọn có thể bao gồm việc nhận dạng vùng, bao quanh hình ảnh DSM của cây cọ dầu, trên hình ảnh DSM của khu vực như đối tượng mục tiêu trong khi người dùng sử dụng con trỏ chuột, ngón tay của họ, hoặc cây bút để lựa chọn vùng trên màn hình hiển thị.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể gồm việc truy cập hoặc nhận nhiều hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu, và lựa chọn một trong số chúng làm hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu. Việc lựa chọn hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể gồm việc lựa chọn hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu dựa trên hình dạng đối tượng mục tiêu. Ví dụ, việc lựa chọn hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể gồm lựa chọn hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu mà hình dạng của nó có thể giống với hầu hết các đối tượng mục tiêu cùng loại. Trong một số phương án, việc lựa chọn hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể gồm lựa chọn hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu dựa trên độ tương phản của hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu.

Ví dụ, việc lựa chọn hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể gồm việc lựa chọn hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu mà độ tương phản của nó có thể tốt hơn các đối tượng khác. Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể bao gồm việc thu nhiều hơn một hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu. Ví dụ, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể bao gồm việc thu hai hình ảnh DSM của các đối tượng mục tiêu dựa trên hình dạng của đối tượng mục tiêu và độ tương phản của hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu một cách tương ứng.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể bao gồm việc thu thập một hoặc nhiều DSM và/hoặc hình ảnh từ trên không của các đối tượng mục tiêu bằng cách sử dụng một hoặc nhiều cảm biến LiDAR, cảm biến DSM thời gian thực, cảm biến để sản xuất sau DSM, các phép tính toán từ nhiều hình ảnh từ trên không của khu vực, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng. Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể còn bao gồm việc thu thập một hoặc nhiều DSM và/hoặc hình ảnh từ trên không của các đối tượng mục tiêu bằng cách sử dụng một trong số các cảm biến được đề cập ở trên và/hoặc máy ảnh qua UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, hoặc vệ tinh nhân tạo. Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể còn bao gồm việc nhận các DSM, và/hoặc các hình ảnh từ trên không của các đối tượng mục tiêu từ UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, vệ tinh nhân tạo qua kết nối không dây, như Bluetooth, Wi-Fi, mạng di động (ví dụ, GPRS, WCDMA, HSPA, LTE, hoặc các hệ thống truyền thông di động thế hệ sau), và kết nối vệ tinh, hoặc kết nối có dây như đường USB hoặc đường Lighting.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu trong bước 240 có thể bao gồm việc thu một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không của các đối tượng mục tiêu tương ứng với một hoặc nhiều hình ảnh DSM của các đối tượng mục tiêu, và lựa chọn một hoặc nhiều hình ảnh DSM của các đối tượng mục tiêu dựa trên hình dạng của đối tượng mục tiêu và/hoặc độ tương phản của hình ảnh từ trên không của đối tượng mục tiêu.

Bước 260 có thể bao gồm việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM của khu vực và đối tượng mục tiêu trong các bước 220 và 240. Trong một số phương án, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể bao gồm việc tính toán các tỉ lệ khớp giữa hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu và nhiều hình ảnh con DSM của khu vực, và xác định một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực như các đối tượng mục tiêu dựa trên các tỷ lệ khớp. Ví dụ, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể gồm việc tính toán các tỉ lệ khớp giữa hình ảnh DSM của cây cọ dầu trên Fig.4(a) và nhiều hình ảnh con DSM của khu vực từ hình ảnh DSM của khu vực trên Fig.3. Nhiều hình ảnh con DSM của khu vực có thể có kích thước giống hoặc tương tự như hình ảnh DSM của cây cọ dầu. Ví dụ, các kích thước của nhiều hình ảnh con DSM của khu vực có thể là 300x300 điểm ảnh trong khi hình ảnh DSM của cây cọ dầu trên Fig.4(a) có thể là 300x300 điểm ảnh hoặc kích thước tương tự. Ví dụ, nhiều hình ảnh con DSM của khu vực có thể gồm các hình ảnh con có 300x300 điểm ảnh trên mỗi 1, 2, 5, hoặc 10 điểm ảnh của hình ảnh DSM của khu vực. Nói cách khác, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể bao gồm việc so sánh hình ảnh DSM mô hình của cây cọ dầu (T) với hình ảnh DSM của khu vực (I) bằng cách trượt qua mỗi 1, 2, 5, hoặc 10 điểm ảnh của nó. Ví dụ, đối với mỗi vị trí (x, y) của việc trượt trên hình ảnh DSM của khu vực, tỉ lệ khớp R có thể được tính toán như:

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T'(x', y') \cdot I'(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x', y'} T'(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I'(x + x', y + y')^2}}$$

trong đó x' và y' là các vị trí điểm ảnh trong hình ảnh DSM mô hình của cây cọ dầu (T') và các hình ảnh con DSM của khu vực (I').

Fig.5 minh họa hình ảnh minh họa của các tỉ lệ khớp từ các tính toán minh họa của các tỉ lệ khớp giữa hình ảnh DSM minh họa của khu vực trên Fig.3 và hình ảnh mô hình minh họa trên Fig.4 để phát hiện đối tượng tự động, theo phương án của sáng chế. Trên Fig.5, vị trí càng sáng thì khả năng vị trí đó là đối tượng mục tiêu càng cao. Ví dụ, các điểm sáng trên hình ảnh với tỉ lệ khớp trên Fig.5 có thể là các vị trí của các cây cọ dầu trong khu vực quan tâm.

Trong một số phương án, việc tính toán các tỷ lệ khớp trong bước 260 có thể bao gồm việc tính toán các tỷ lệ khớp theo các phương pháp khớp mô hình thông thường,

như phương pháp chênh lệch bình phương, phương pháp chênh lệch bình phương chuẩn hóa, phương pháp tương quan chéo, phương pháp tương quan chéo chuẩn hóa, phương pháp hệ số tương quan, phương pháp hệ số tương quan chuẩn hóa, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

Trong một số phương án, việc xác định các hình ảnh con DSM của khu vực như các đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể gồm việc xác định một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực như các cây cọ dầu khi các tỷ lệ khớp R_s của chúng với hình ảnh mô hình của đối tượng mục tiêu là cao hơn ngưỡng khớp, như 80%, 70%, hoặc 60% của tỉ lệ tự khớp của hình ảnh DSM mô hình của cây cọ dầu (T).

Trong một số phương án, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể gồm việc giảm độ phân giải của các hình ảnh DSM của khu vực và đối tượng mục tiêu trong các bước 220 và 240, và phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM được giảm độ phân giải của khu vực và đối tượng mục tiêu. Ví dụ, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể gồm việc làm giảm độ phân giải của các hình ảnh DSM của khu vực trên Fig.3 và cây cọ dầu trên Fig.4(a) tới 0,1 lần các độ phân giải ban đầu. Việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể còn bao gồm việc tính toán các tỷ lệ khớp giữa hình ảnh DSM được giảm độ phân giải của cây cọ dầu và nhiều hình ảnh con DSM được giảm độ phân giải của khu vực, và xác định một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực như đối tượng mục tiêu dựa trên các tỷ lệ khớp.

Trong một số phương án, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể bao gồm việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên hình ảnh của các DSM của khu vực trong bước 220 và nhiều hơn một hình ảnh của các đối tượng mục tiêu trong bước 240. Ví dụ, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể gồm việc tính toán tỷ lệ khớp giữa hai hình ảnh DSM của các cây cọ dầu trên Fig.4(a) và Fig.4(b) và nhiều hình ảnh con DSM của khu vực một cách tương ứng, và xác định một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực như các cây cọ dầu dựa trên các tỷ lệ khớp từ hai hình ảnh DSM của các cây cọ dầu. Ví dụ, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể gồm việc tính toán các tỷ lệ khớp giữa hình ảnh DSM của cây cọ dầu được chọn dựa trên hình dạng của đối tượng mục tiêu trong bước 240 và nhiều hình

ảnh con DSM của khu vực. Việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể gồm việc tính toán các tỷ lệ khớp giữa hình ảnh DSM khác của cây cọ dầu được chọn dựa trên độ tương phản của hình ảnh trong bước 240 và nhiều hình ảnh con DSM của khu vực. Việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể còn bao gồm việc xác định một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực như cây cọ dầu khi các tỷ lệ khớp của chúng, từ hình ảnh DSM mô hình của cây cọ dầu được lựa chọn dựa trên hình dạng của đối tượng mục tiêu hoặc độ tương phản của hình ảnh, là cao hơn ngưỡng khớp. Ví dụ khác, việc xác định các cây cọ dầu trong bước 260 có thể gồm việc xác định một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực như các cây cọ dầu khi cả các tỷ lệ khớp của chúng, từ các hình ảnh DSM mô hình của các cây cọ dầu được lựa chọn dựa trên hình dạng của cây cọ dầu và độ tương phản của hình ảnh của cây cọ dầu, là cao hơn ngưỡng khớp.

Trong một số phương án, việc xác định các hình ảnh con DSM của khu vực như các đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể bao gồm việc xác định các đối tượng mục tiêu dựa trên một hoặc cả hai tiêu chuẩn sau đây. Các tỷ lệ khớp của một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực là cực đại trong khoảng cách (D1) trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Các độ cao của một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực là cao hơn độ cao của vị trí thấp nhất trong khoảng cách khác (D2) bởi ngưỡng độ cao (H1). Ví dụ, việc xác định các cây cọ dầu trong bước 260 có thể bao gồm việc xác định một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực như cây cọ dầu khi các tỷ lệ khớp của chúng là cao hơn các tỉ lệ còn lại trong khoảng 2 mét (tức là $D1 = 2$ mét), bán kính minh họa của hình ảnh từ trên không của cây cọ dầu. Ví dụ khác, việc xác định các cây cọ dầu trong bước 260 có thể bao gồm việc xác định một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực như cây cọ dầu khi các độ cao của chúng là cao hơn độ cao của vị trí thấp nhất trong 3 mét (tức là $D2 = 3$ mét), bán kính minh họa của khu vực riêng rẽ mà ở đó cả cây cọ dầu và vùng đất có thể đều tồn tại, bởi ngưỡng độ cao minh họa là 2,5 mét (tức là $H1 = 2,5$ mét). Cây cọ dầu cao hơn 2,5 mét từ mặt đất có thể được phát hiện theo các tham số D1, D2, và H1 được đề cập ở trên. Các thừa số này có thể điều chỉnh được cho các đối tượng mục tiêu khác nhau theo độ cao và sự phân bố của chúng.

Trong một số phương án, bước 260 có thể bao gồm việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên hình ảnh DSM được tăng cường của khu vực trong bước

220 và hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu. Ví dụ, việc phát hiện đối tượng mục tiêu trong bước 260 có thể gồm việc phát hiện cây cọ dầu trong khu vực dựa trên một hoặc hai hình ảnh DSM của các cây cọ dầu trên Fig.4 và hình ảnh DSM được tăng cường độ tương phản của khu vực, các khu vực con mục tiêu của chúng có thể đã được nhận dạng và được tăng cường độ tương phản trong bước 220.

Trong một số phương án, phương pháp 200 có thể còn bao gồm việc tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trong bước 260. Ví dụ, các vị trí tiếp nhận của các đối tượng mục tiêu có thể bao gồm việc tiếp nhận các vị trí của các cây cọ dầu được phát hiện trên hình ảnh DSM của khu vực trên Fig.3. Ví dụ khác, các vị trí tiếp nhận của các đối tượng mục tiêu trong bước 290 có thể bao gồm việc tiếp nhận các vị trí của các cây cọ dầu được phát hiện trên các hình ảnh từ trên không của khu vực dựa trên mối tương quan giữa hình ảnh DSM của khu vực và hình ảnh từ trên không của khu vực. Fig.6 minh họa hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu với các vị trí của các đối tượng mục tiêu minh họa được phát hiện tương ứng với phương pháp minh họa để phát hiện đối tượng tự động trên Fig.2, theo phương án của sáng chế. Trên Fig.6, các cây cọ dầu được phát hiện được đánh dấu bởi các đường tròn màu đỏ trên hình ảnh từ trên không của khu vực.

Trong một số phương án, bước 290 có thể còn bao gồm việc hiển thị các vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc bản đồ. Ví dụ, việc hiển thị các đối tượng mục tiêu được phát hiện trong bước 290 có thể bao gồm việc hiển thị các vị trí của một hoặc nhiều cây cọ dầu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực như các đường tròn màu đỏ được thể hiện trên Fig.6. Ví dụ khác, việc hiển thị các đối tượng mục tiêu được phát hiện trong bước 290 có thể bao gồm việc hiển thị các vị trí của một hoặc nhiều cây cọ dầu được phát hiện trên bản đồ của khu vực dựa trên sự kết hợp hoặc mối tương quan giữa các vị trí trên hình ảnh DSM của khu vực và bản đồ của khu vực (không được thể hiện). Ví dụ, vị trí trên hình ảnh DSM của khu vực có thể được kết hợp với tập hợp của kinh độ, vĩ độ, và cao độ. Bước 290 có thể bao gồm việc thu tập hợp của kinh độ, vĩ độ và cao độ của các cây cọ dầu được phát hiện, và hiển thị các cây cọ dầu được phát hiện trên bản đồ dựa trên tập hợp của các kinh độ, vĩ độ, và/hoặc cao độ. Ví dụ, việc hiển thị các cây cọ dầu được phát hiện trong bước 290 có thể bao gồm việc hiển thị các cây cọ dầu được phát hiện

trên bản đồ hệ thống thông tin địa lý (geographic information system - GIS) dựa trên tập hợp của các kinh độ và vĩ độ. Ví dụ khác, việc hiển thị các cây cọ dầu được phát hiện trong bước 290 có thể bao gồm việc hiển thị các cây cọ dầu được phát hiện trên bản đồ dựa trên tập hợp của các kinh độ, vĩ độ và cao độ, ví dụ bản đồ GIS 3D.

Trong một số phương án, bước 290 có thể còn bao gồm việc tính toán số lượng các đối tượng mục tiêu được phát hiện. Ví dụ, việc tính toán các đối tượng mục tiêu được phát hiện trong bước 290 có thể bao gồm việc tính toán các cây cọ dầu được phát hiện được thể hiện trên Fig.6.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp minh họa 700 khác để phát hiện đối tượng tự động từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, theo phương án của sáng chế. Phương pháp 700 có thể bao gồm các bước 220, 240, và 260, và có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực (bước 710), tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực (bước 720), tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện (bước 730), trích xuất một hoặc nhiều đặc tính nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng như một hoặc nhiều vectơ đặc tính (bước 740), thu nhiều dữ liệu hướng dẫn (bước 750), hướng dẫn bộ phân loại dựa trên nhiều dữ liệu hướng dẫn (bước 760), phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bởi bộ phân loại được hướng dẫn theo một hoặc nhiều vectơ đặc tính (bước 770), và nhận biết các đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả được phân loại (bước 780). Dữ liệu hướng dẫn có thể bao gồm nhiều hình ảnh từ trên không của cùng loại đối tượng như các đối tượng mục tiêu.

Bước 710 có thể bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực trong bước 220. Ví dụ, bước 710 có thể còn bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực quan tâm trên Fig.1 tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực quan tâm trên Fig.3. Ví dụ, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có thể gồm việc truy cập hình ảnh từ trên không của khu vực quan tâm từ vật ghi có thể đọc được bằng máy tính hoặc thiết bị lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính. Ví dụ khác, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có

thể bao gồm việc nhận hình ảnh DSM của khu vực từ đầu vào bên ngoài, như đầu vào hình ảnh 120 (sẽ được mô tả trong các hệ thống được bộc lộ). Trong một số phương án, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có thể bao gồm việc thu được nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực, và ghép nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực để thu các hình ảnh từ trên không của khu vực quan tâm. Ví dụ, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có thể bao gồm việc thu được nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực trên Fig.1, và ghép nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực để thu các hình ảnh từ trên không của khu vực quan tâm.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có thể gồm việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong các hệ màu khác nhau. Ví dụ, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có thể bao gồm việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong các hệ màu bao gồm ít nhất một trong số RGB, thang độ xám, HSI, L^*a^*b , hệ màu đa dải, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

Trong một số phương án, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có thể bao gồm việc thu thập các hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc các phần của khu vực bằng cách sử dụng một hoặc nhiều cảm biến LiDAR, cảm biến DSM thời gian thực, cảm biến để sản xuất sau DSM, các phép tính toán từ nhiều hình ảnh từ trên không của khu vực, hoặc tổ hợp của chúng. Trong một số phương án, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có thể bao gồm việc thu thập các hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc các phần của khu vực bằng cách sử dụng một trong số các cảm biến được đề cập ở trên, và máy ảnh bởi UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, hoặc vệ tinh nhân tạo. Trong một số phương án, việc thu hình ảnh từ trên không của khu vực trong bước 710 có thể còn bao gồm việc nhận dữ liệu được thu thập của các hình ảnh từ trên không của khu vực từ UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, trực thăng, khí cầu, hoặc vệ tinh nhân tạo qua kết nối không dây, như Bluetooth, Wi-Fi, mạng di động (ví dụ, GPRS, WCDMA, HSPA, LTE, hoặc các hệ thống truyền thông di động thế hệ sau), và kết nối vệ tinh, hoặc kết nối có dây như đường USB hoặc đường Lighting.

Bước 720 có thể bao gồm việc tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trong bước 260 trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Ví dụ, việc tiếp nhận các vị trí của đối tượng mục tiêu được phát hiện trong bước 720 có thể bao gồm việc tiếp nhận các vị trí của các cây cọ dầu được phát hiện trên hình ảnh DSM của khu vực trên Fig.3, và tiếp nhận các vị trí của các cây cọ dầu được phát hiện trên các hình ảnh từ trên không của khu vực trên Fig.1 dựa trên mối tương quan giữa hình ảnh DSM của khu vực và hình ảnh từ trên không của khu vực. Nói cách khác, việc tiếp nhận các vị trí của đối tượng mục tiêu được phát hiện trong bước 720 có thể bao gồm việc tiếp nhận các vị trí của các vòng tròn màu đỏ, các cây cọ dầu được phát hiện, trên Fig.6.

Bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện. Fig.8 minh họa hình phóng to một phần của ảnh chụp từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu với các vị trí của các đối tượng mục tiêu minh họa được phát hiện tương ứng với phương pháp phát hiện đối tượng tự động minh họa trên Fig.2 theo phương án được bộc lộ. Ví dụ, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng có kích thước 300x300 tại các cây cọ dầu 801, 802, 803 trên Fig.8 từ hình ảnh từ trên không của hình ảnh từ trên không trong bước 710 dựa trên vị trí được tiếp nhận trong bước 720. Ví dụ, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng có kích thước 300x300 của các cây cọ dầu được phát hiện bằng cách tham chiếu đến các vị trí được phát hiện trong bước 720 như là các phần trung tâm của các hình ảnh từ trên không theo vùng có kích thước 300x300. Trong ví dụ khác, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng dạng tròn tại các cây cọ dầu được phát hiện bằng cách tham chiếu tới các vị trí được phát hiện trong bước 720 như các tâm của các vòng tròn. Ví dụ, bán kính của hình ảnh từ trên không dạng tròn của cây cọ dầu được phát hiện có thể bao gồm 150 điểm ảnh. Hình dạng của các hình ảnh từ trên không theo vùng của các đối tượng mục tiêu được phát hiện có thể bao gồm các hình dạng khác chẳng hạn như hình chữ nhật, hình tam giác, hoặc các hình dạng tương tự như hình dạng của các đối tượng mục tiêu.

Trong một số phương án, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tạo một hoặc nhiều tọa độ bằng cách sử dụng các vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện như là các điểm gốc, và tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng có kích thước 300x300 xung quanh các điểm gốc này. Các tọa độ này có thể được sử dụng để tham chiếu tới các hình ảnh từ trên không theo vùng được tiếp nhận.

Trong một số phương án, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trong các hệ màu khác nhau. Ví dụ, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng có kích thước 300x300 của các cây cọ dầu được phát hiện trong các hệ màu ví dụ như RGB, thang độ xám, HSI, L^*a^*b , hệ đa giải hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng. Ví dụ, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng này của các cây cọ dầu được phát hiện trong các hệ màu đã đề cập ở trên từ hình ảnh từ trên không của khu vực trong các hệ màu đã đề cập ở trên trong bước 710. Trong một số phương án, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các đối tượng được phát hiện trong hệ màu, và chuyển một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trong hệ màu này thành các bản sao của chúng trong hệ màu khác. Ví dụ, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu RGB của các cây cọ dầu được phát hiện, và chuyển chúng thành các bản sao trong thang độ xám. Trong ví dụ khác, việc tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 có thể bao gồm việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu RGB của các cây cọ dầu được phát hiện, và chuyển chúng thành các bản sao trong hệ HSI.

Bước 740 có thể gồm việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng như là một hoặc nhiều vectơ đặc trưng của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trong bước 260. Ví dụ, việc trích xuất các

đặc trưng nguyên bản trong bước 740 có thể bao gồm việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản dựa trên bộ lọc Gabor, ma trận đồng hiện mức xám (Gray-Level Co-occurrence Matrix - GLCM), mẫu nhị phân cục bộ (Local Binary Pattern - LBP), các biểu đồ gradien định hướng (Histograms of Oriented Gradients - HOG), hoặc các mô tả đặc trưng bậc nhất, mô tả đặc trưng bậc hai hoặc tổ hợp của chúng. Việc trích xuất đặc trưng trong bước 740 có thể bao gồm trích xuất các đặc trưng thông tin và đặc trưng không dư của các hình ảnh từ trên không theo vùng bằng các phương pháp đã được đề cập ở trên để tạo điều kiện cho các phân loại tiếp theo trong bước 770.

Trong một số phương án, việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản trong bước 740 có thể gồm việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản từ ít nhất một trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong một hệ màu, và/hoặc một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong một hệ màu khác. Ví dụ, trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản trong bước 740 có thể bao gồm trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện trong thang độ xám dựa trên các mẫu nhị phân cục bộ đa khối (Multi-block Local Binary Patterns - MB-LBP). Trong ví dụ khác, việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản trong bước 740 có thể bao gồm việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không của các cây cọ dầu được phát hiện trong hệ màu RGB dựa trên bộ lọc Gabor. Trong ví dụ khác, việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản trong bước 740 có thể bao gồm việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện trong cả thang độ xám và RGB dựa trên các mẫu nhị phân cục bộ đa khối (Multi-block Local Binary Patterns - MB-LBP). Trong ví dụ khác, việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản trong bước 740 có thể bao gồm việc trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện trong thang độ xám dựa trên GLCM, và trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện trong L^*a^*b dựa trên HOG.

Bước 750 có thể bao gồm việc thu nhiều dữ liệu hướng dẫn. Dữ liệu hướng dẫn có thể bao gồm nhiều hình ảnh từ trên không của cùng một loại đối tượng như đối tượng

mục tiêu. Fig.9 minh họa nhiều dữ liệu hướng dẫn minh họa mà có thể được sử dụng hướng dẫn bộ phân loại minh họa cho việc phát hiện đối tượng tự động, theo phương án được bộc lộ. Ví dụ, bước 750 có thể bao gồm việc thu nhiều hình ảnh từ trên không của các cây cọ dầu, được thể hiện trên Fig.9(a) như là dữ liệu hướng dẫn. Trong một số phương án, bước 750 có thể còn bao gồm việc thu nhiều hình ảnh từ trên không của các đối tượng không phải mục tiêu, được thể hiện trên Fig.9(b), như là một phần của dữ liệu hướng dẫn. Ví dụ, việc thu dữ liệu hướng dẫn trong bước 750 có thể bao gồm việc truy cập dữ liệu hướng dẫn từ vật ghi có thể đọc được bằng máy tích hoặc thiết bị lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính. Trong ví dụ khác, việc thu dữ liệu hướng dẫn trong bước 750 có thể bao gồm việc nhận dữ liệu hướng dẫn từ đầu vào bên ngoài, chẳng hạn như đầu vào hình ảnh 120 (sẽ được mô tả trong các hệ thống được bộc lộ).

Bước 760 có thể bao gồm việc hướng dẫn bộ phân loại dựa trên nhiều dữ liệu hướng dẫn trong bước 750. Bộ phân loại là chức năng sử dụng các sự khớp mẫu để xác định sự khớp nhất. Nó có thể được điều chỉnh theo dữ liệu hướng dẫn. Dữ liệu hướng dẫn có thể bao gồm các quan trắc hoặc mẫu. Ví dụ, trong việc học được giám sát, mỗi mẫu thuộc về lớp được định rõ trước nhất định. Lớp có thể được coi như quyết định cần được thực hiện. Tất cả các quan trắc được tổ hợp với các nhãn lớp của chúng được biết đến như là tập dữ liệu. Khi quan trắc mới được nhận, sự quan trắc này được phân loại dựa trên kinh nghiệm trước đó. Ví dụ, việc hướng dẫn bộ phân loại trong bước 760 có thể bao gồm việc hướng dẫn ít nhất một bộ phân loại máy vectơ hỗ trợ (Support Vector Machine - SVM), bộ phân loại mạng nơron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN), bộ phân loại Cây Quyết Định, bộ phân loại Bayes, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng bằng dữ liệu hướng dẫn của các cây cọ dầu và các đối tượng không phải mục tiêu trên Fig.9. Trong ví dụ khác, việc hướng dẫn bộ phân loại trong bước 760 có thể bao gồm việc hướng dẫn ít nhất một bộ phân loại máy vectơ hỗ trợ (Support Vector Machine - SVM), bộ phân loại mạng nơron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN), bộ phân loại Cây Quyết Định, bộ phân loại Bayes, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng bằng dữ liệu hướng dẫn của các cây cọ dầu trên Fig.9(a) và các đối tượng không phải mục tiêu mà được tạo ra một cách ngẫu nhiên.

Bước 770 có thể bao gồm phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 730 bằng bộ phân loại đã được hướng dẫn trong bước 760 tương ứng

với một hoặc nhiều vectơ đặc trưng trong bước 740. Ví dụ, việc phân loại các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 770 có thể bao gồm việc phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện trong bước 730 bằng bộ phân loại SVM được hướng dẫn trong bước 760 tương ứng với một hoặc nhiều vectơ đặc trưng được trích xuất bằng bộ lọc Gabor và GLCM trong bước 740. Trong ví dụ khác, việc phân loại các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 770 có thể bao gồm việc phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện trong bước 730 bằng bộ phân loại ANN được hướng dẫn trong bước 760 tương ứng với một hoặc nhiều vectơ đặc trưng được trích xuất bằng LBP và HOG trong bước 740. Trong ví dụ khác, việc phân loại các hình ảnh từ trên không theo vùng trong bước 770 có thể bao gồm việc phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện trong bước 730 bằng bộ phân loại ANN được hướng dẫn trong bước 760 tương ứng với một hoặc nhiều vectơ đặc trưng được trích xuất bằng bộ lọc Gabor, GLCM, LBP và HOG trong bước 740. Phương pháp 700 có thể bao gồm bất kỳ tổ hợp nào của các thuật toán trích xuất nguyên bản và các bộ phân loại được đề cập ở trên.

Các kết quả phân loại bởi bộ phân loại có thể bao gồm hai loại kết quả hoặc nhiều loại kết quả. Ví dụ, bộ phân loại SVM có thể xuất ra “0” khi hình ảnh từ trên không theo vùng của cây cọ dầu được phát hiện được phân loại cùng loại với các đối tượng trên Fig.9(a) dựa trên vectơ đặc trưng của nó. Bộ phân loại SVM có thể xuất ra “1” khi hình ảnh từ trên không theo vùng của cây cọ dầu được phát hiện được phân loại cùng loại với các đối tượng trên Fig.9(b) dựa trên vectơ đặc trưng của nó. Fig.10 minh họa hình chiếu được phóng to một phần của hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu, các kết quả phân loại tại các vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện tương ứng với phương pháp minh họa để phát hiện đối tượng tự động trên Fig.7, theo phương án được bộc lộ. Các hình ảnh từ trên không theo vùng được đánh dấu bằng vòng tròn màu hồng tại các vị trí 1001, 1002, và 1003 được phân loại như các cây cọ dầu mục tiêu. Các hình ảnh từ trên không theo vùng được đánh dấu bằng vòng tròn màu xanh da trời tại các vị trí 1016, 1017, và 1018 được phân loại như các cây cọ dầu không phải mục tiêu.

Bước 780 có thể bao gồm việc nhận biết các đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả được phân loại. Ví dụ, việc nhận biết các đối tượng mục tiêu trong bước 780 có thể bao gồm việc nhận biết các cây cọ dầu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện trong bước 730 dựa trên các kết quả phân loại trong bước 770. Ví dụ, các hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện 1001, 1002, và 1003 trên Fig.10 có thể được phân loại như các đối tượng tương tự trên Fig.9(a) và các đầu ra từ bộ phân loại SVM cho chúng có thể tất cả là “0s”. Theo đó việc nhận biết các đối tượng mục tiêu trong bước 780 có thể bao gồm việc nhận biết các hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện 1001, 1002 và 1003 như các cây cọ dầu mục tiêu dựa trên các kết quả phân loại của chúng, “0s”. Ví dụ, các hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện 1016, 1017, và 1018 trên Fig.10 có thể được phân loại như các đối tượng tương tự trên Fig.9(b) và các đầu ra từ bộ phân loại SVM cho chúng có thể tất cả là “1s”. Theo đó việc nhận biết các đối tượng mục tiêu trong bước 780 có thể bao gồm việc nhận biết các hình ảnh từ trên không theo vùng của các cây cọ dầu được phát hiện 1016, 1017 và 1018 như các cây cọ dầu không phải mục tiêu dựa trên các kết quả phân loại của chúng, “1s”.

Trong một số phương án, phương pháp 700 có thể bao gồm bước 790 tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được nhận biết trong bước 780. Ví dụ, việc tiếp nhận các vị trí của các đối tượng mục tiêu được nhận biết trong bước 790 có thể bao gồm việc tiếp nhận các vị trí của các cây cọ dầu được nhận biết 1001, 1002, và 1003 trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Trên Fig.10, các cây cọ dầu được nhận biết được đánh dấu bằng các vòng tròn màu hồng trong hình ảnh từ trên không của khu vực trong khi các đối tượng không phải mục tiêu được nhận biết được đánh dấu bằng các vòng tròn màu xanh da trời trong hình ảnh từ trên không của khu vực trên hình vẽ. Việc tiếp nhận các vị trí của các đối tượng mục tiêu được nhận biết trong bước 790 có thể bao gồm việc tiếp nhận các vị trí của các cây cọ dầu được nhận biết được đánh dấu bằng các vòng tròn màu hồng trên hình ảnh từ trên không của khu vực.

Trong một số phương án, bước 790 có thể còn bao gồm hiển thị một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được nhận biết trên hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc bản đồ. Ví dụ, việc hiển thị các đối tượng mục tiêu được nhận biết trong bước 790

có thể bao gồm việc hiển thị các vị trí của một hoặc nhiều cây cọ dầu được nhận biết 1001, 1002, 1003 trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Trong ví dụ khác, việc hiển thị các đối tượng mục tiêu được nhận biết trong bước 790 có thể bao gồm việc hiển thị các vị trí của một hoặc nhiều cây cọ dầu được nhận biết trên bản đồ của khu vực dựa trên sự kết hợp hoặc sự tương quan giữa các vị trí của hình ảnh từ trên không của khu vực và bản đồ của khu vực (không được thể hiện). Ví dụ, vị trí trên hình ảnh từ trên không của khu vực có thể được kết hợp với tập hợp kinh độ, vĩ độ và cao độ. Trong một số phương án, việc hiển thị các đối tượng mục tiêu được nhận biết trong bước 790 có thể bao gồm việc thu các tập hợp gồm kinh độ, vĩ độ, và cao độ của các cây cọ dầu được nhận biết, và hiển thị các cây cọ dầu được nhận biết trên bản đồ dựa trên các tập hợp gồm kinh độ, vĩ độ và cao độ. Ví dụ, việc hiển thị các cây cọ dầu được nhận biết trong bước 790 có thể bao gồm việc hiển thị các cây cọ dầu được nhận biết trên hệ thống thông tin địa lý (geographic information system - GIS) dựa trên các tập hợp gồm kinh độ và vĩ độ. Trong ví dụ khác, việc hiển thị các cây cọ dầu được nhận biết trong bước 790 có thể bao gồm việc hiển thị các cây cọ dầu được nhận biết trên bản đồ dựa trên các tập hợp gồm kinh độ, vĩ độ và cao độ, ví dụ như bản đồ GIS 3D.

Trong một số phương án, bước 790 có thể bao gồm việc tính toán số lượng đối tượng mục tiêu được nhận biết. Ví dụ, bước 790 có thể bao gồm việc tính toán các cây cọ dầu được nhận biết.

Fig.11 minh họa hình chiếu được phóng to một phần của hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu với các vị trí của các đối tượng mục tiêu minh họa được phát hiện và được nhận biết chính xác tương ứng với phương pháp phát hiện đối tượng tự động minh họa trên Fig.7, theo phương án được bộc lộ. Khi thông tin thực tế mặt đất của các đối tượng mục tiêu khả dụng, có thể ước lượng độ chính xác của các phương pháp phát hiện đối tượng đã đề cập ở trên. Các vòng tròn màu trắng 1101, 1102, 1103 trên Fig.11 là các cây cọ dầu được phát hiện và được nhận biết một cách chính xác minh họa.

Fig.12 minh họa hình ảnh từ trên không minh họa của khu vực được đánh dấu các kết quả phân loại tại các vị trí của các đối tượng mục tiêu minh họa được phát hiện và được phân loại tương ứng với phương pháp phát hiện đối tượng tự động minh họa

trên Fig.7, theo phương án được bộc lộ. Trên hình vẽ, các hình ảnh từ trên không theo vùng được đánh dấu bằng các vòng tròn màu hồng được nhận biết như các cây cọ dầu mục tiêu, và các hình ảnh từ trên không theo vùng được đánh dấu bằng các vòng tròn màu xanh da trời được phân loại như các đối tượng không phải mục tiêu. Theo phương án, độ chính xác và sự nhớ lại của việc phát hiện đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không có thể lần lượt đạt 90,6% và 83,4% trong khi MB-LBP được chấp nhận cho việc trích xuất đặc trưng và khoảng cách mẫu mặt đất của các hình ảnh này là 3 centimet.

Khía cạnh khác của sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không được thực hiện bởi một hoặc nhiều mạch điện tích hợp, một hoặc nhiều mảng cổng lập trình được dạng trường, một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc bộ điều khiển chạy các lệnh mà thực hiện phương pháp này, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng. Phương pháp có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, tất cả các phương pháp và phương án đã được đề cập trước đó. Trong một số phương án, một phần của các bước trong các phương pháp và phương án đã được đề cập trước đó có thể được thực hiện từ xa hoặc riêng biệt. Trong một số phương án, phương pháp có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều hệ thống được phân phối.

Khía cạnh khác của sáng chế đề cập đến hệ thống phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không. Fig.13 là sơ đồ khối của hệ thống 400 phát hiện đối tượng tự động minh họa từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, theo phương án được bộc lộ. Hệ thống phát hiện đối tượng tự động 400 có thể bao gồm bộ phận hình ảnh từ trên không 410 được tạo cấu hình để thu hình ảnh DSM của khu vực, bộ phận hình ảnh mục tiêu 420 được tạo cấu hình để thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu, và bộ phận phát hiện 430 được tạo cấu hình để phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM của khu vực và đối tượng mục tiêu.

Bộ phận hình ảnh từ trên không 410 có thể bao gồm loại phần cứng thích hợp, ví dụ như các mạch điện tích hợp và mảng cổng lập trình được dạng trường, hoặc phần mềm, ví dụ như tập hợp các lệnh, chương trình con, hoặc hàm (tức là chương trình chức năng) có thể chạy được trên bộ xử lý hoặc bộ điều khiển để thực hiện các thao tác đã được đề cập trước đó trong bước 220. Bộ phận hình ảnh từ trên không 410 có thể được tạo cấu hình để thu hình ảnh DSM của khu vực. Trong một số phương án, bộ phận hình

ảnh từ trên không 410 có thể được nối truyền thông với các đầu vào hình ảnh 120. Đầu vào hình ảnh 120 có thể cung cấp các đầu vào hình ảnh khác nhau đã được đề cập trước đó tới bộ phận hình ảnh từ trên không 410. Ví dụ, đầu vào hình ảnh 120 có thể nhận các hình ảnh từ trên không của khu vực, các DSM của khu vực, và/hoặc các DEM của khu vực từ UAV 100, máy bay không người lái, máy bay, máy bay trực thăng, khinh khí cầu, hoặc vệ tinh và truyền các hình ảnh, các DSM, và/hoặc các DEM này của khu vực đến bộ phận hình ảnh từ trên không 410. Trong một số phương án, bộ phận hình ảnh từ trên không 410 có thể được nối truyền thông với bộ phận phát hiện 430. Bộ phận hình ảnh từ trên không 410 có thể được tạo cấu hình để cung cấp hình ảnh DSM của khu vực và các hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc các phần của khu vực tới bộ phận phát hiện 430. Trong một số phương án, bộ phận hình ảnh từ trên không 410 có thể cũng được nối truyền thông với bộ phận hình ảnh mục tiêu 420. Bộ phận hình ảnh từ trên không 410 có thể được tạo cấu hình để gửi các hình ảnh mục tiêu nhận được từ các đầu vào hình ảnh 120 đến bộ phận hình ảnh mục tiêu 420.

Bộ phận hình ảnh mục tiêu 420 có thể bao gồm loại phần cứng thích hợp, ví dụ như các mạch điện tích hợp và mảng công lập trình được dạng trường, hoặc phần mềm, ví dụ như tập hợp các lệnh, chương trình con, hoặc hàm (tức là chương trình chức năng) có thể chạy được trên bộ xử lý hoặc bộ điều khiển để thực hiện các thao tác đã được đề cập trước đó trong bước 240. Bộ phận hình ảnh mục tiêu 420 có thể được tạo cấu hình để thu hình ảnh DSM của đối tượng mục tiêu. Trong một số phương án, bộ phận hình ảnh mục tiêu 420 có thể cũng được nối truyền thông với giao diện người dùng 140. Bộ phận hình ảnh mục tiêu 420 có thể được tạo cấu hình để nhận các hình ảnh mục tiêu từ giao diện người dùng 140. Trong một số phương án, bộ phận hình ảnh mục tiêu 420 có thể được tạo cấu hình để nhận sự lựa chọn gồm các hình ảnh mục tiêu từ giao diện người dùng 140. Trong một số phương án, bộ phận hình ảnh mục tiêu 420 cũng có thể được nối truyền thông với bộ phận phát hiện 430. Bộ phận hình ảnh mục tiêu 420 có thể được tạo cấu hình để gửi các hình ảnh mục tiêu đến bộ phận phát hiện 430 để phát hiện đối tượng.

Bộ phận phát hiện 430 có thể bao gồm loại phần cứng thích hợp, ví dụ như các mạch điện tích hợp và mảng công lập trình được dạng trường, hoặc phần mềm, ví dụ như tập hợp các lệnh, chương trình con, hoặc hàm (tức là chương trình chức năng) có

thể chạy được trên bộ xử lý hoặc bộ điều khiển để thực hiện các thao tác đã được đề cập trước đó trong bước 260. bộ phận phát hiện 430 có thể được tạo cấu hình để phát hiện đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên các hình ảnh DSM của khu vực và đối tượng mục tiêu từ bộ phận hình ảnh từ trên không 410 và bộ phận hình ảnh mục tiêu 420. Trong một số phương án, bộ phận phát hiện 430 có thể được tạo cấu hình để tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện như các thao tác được đề cập trước đó trong bước 290. Trong một số phương án, bộ phận phát hiện 430 có thể cũng được nối truyền thông với màn hình 160. Bộ phận phát hiện 430 có thể được tạo cấu hình để hiển thị một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc bản đồ trên màn hình 160 như các thao tác được đề cập trước đó trong bước 290. Trong một số phương án, bộ phận phát hiện 430 có thể được tạo cấu hình để tính toán số lượng đối tượng mục tiêu được phát hiện như các thao tác đã đề cập trước đó trong bước 290. Trong một số phương án, bộ phận phát hiện 430 có thể cũng được nối truyền thông với các đầu ra 180. Bộ phận phát hiện 430 có thể được tạo cấu hình để gửi số lượng được tính toán của các đối tượng mục tiêu được phát hiện tới các đầu ra 180.

Trong một số phương án, hệ thống phát hiện đối tượng tự động 400 có thể bao gồm bộ phận hình ảnh từ trên không 410, bộ phận hình ảnh mục tiêu 420, bộ phận phát hiện 430, bộ phận định vị 440, bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450, bộ phận trích xuất 460, và bộ phận phân loại và nhận biết 470.

Bộ phận hình ảnh từ trên không 410 còn có thể được tạo cấu hình để thu hình ảnh từ trên không của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực như các thao tác đã được đề cập trước đó trong bước 710.

Bộ phận định vị 440 có thể bao gồm loại phần cứng thích hợp, ví dụ như các mạch điện tích hợp và mảng cổng lập trình được dạng trường, hoặc phần mềm, ví dụ như tập hợp các lệnh, chương trình con, hoặc hàm (tức là chương trình chức năng) có thể chạy được trên bộ xử lý hoặc bộ điều khiển để thực hiện các thao tác đã được đề cập trước đó trong bước 720. Bộ phận định vị 440 có thể được tạo cấu hình để tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Trong một số phương án, bộ phận định vị 440 có thể được nối truyền thông

với bộ phận phát hiện 430. Bộ phận định vị 440 có thể được tạo cấu hình để nhận các đối tượng mục tiêu được phát hiện từ bộ phận phát hiện 430 và tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện trên hình ảnh từ trên không của khu vực. Trong một số phương án, bộ phận định vị 440 cũng có thể được nối truyền thông với bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450. Bộ phận định vị 440 có thể được tạo cấu hình để gửi các vị trí tiếp nhận của các đối tượng mục tiêu được phát hiện tới bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450. Trong một số phương án, bộ phận định vị 440 cũng có thể được nối truyền thông với bộ phận phân loại và nhận biết 470. Bộ phận định vị 440 có thể được tạo cấu hình để gửi các vị trí tiếp nhận của các đối tượng mục tiêu được phát hiện tới bộ phận phân loại và nhận biết 470.

Bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450 có thể bao gồm loại phần cứng thích hợp, ví dụ như các mạch điện tích hợp và mảng cổng lập trình được dạng trường, hoặc phần mềm, ví dụ như tập hợp các lệnh, chương trình con, hoặc hàm (tức là chương trình chức năng) có thể chạy được trên bộ xử lý hoặc bộ điều khiển để thực hiện các thao tác đã được đề cập trước đó trong bước 730. Bộ phận tiếp nhận hình ảnh từ trên không theo vùng có thể được tạo cấu hình để tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không tại một hoặc nhiều vị trí của đối tượng mục tiêu được phát hiện. Trong một số phương án, bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450 cũng có thể được nối truyền thông với bộ phận phát hiện 430. Bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450 có thể được tạo cấu hình để nhận các đối tượng mục tiêu được phát hiện và/hoặc các hình ảnh từ trên không của khu vực từ bộ phận phát hiện 430. Trong một số phương án, bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450 cũng có thể được nối truyền thông với bộ phận trích xuất 460. Bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450 có thể được tạo cấu hình để gửi các hình ảnh từ trên không theo vùng được tiếp nhận tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện tới bộ phận trích xuất 460. Trong một số phương án, bộ phận hình ảnh từ trên không 450 cũng có thể được nối truyền thông với bộ phận phân loại và nhận biết 470. Bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450 có thể được tạo cấu hình để gửi các hình ảnh từ trên không theo vùng được tiếp nhận tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện tới bộ phận phân loại và nhận biết 470.

Bộ phận trích xuất 460 có thể bao gồm loại phần cứng thích hợp, ví dụ như các mạch điện tích hợp và mảng cổng lập trình được dạng trường, hoặc phần mềm, ví dụ như tập hợp các lệnh, chương trình con, hoặc hàm (tức là chương trình chức năng) có thể chạy được trên bộ xử lý hoặc bộ điều khiển để thực hiện các thao tác đã được đề cập trước đó trong bước 740. Bộ phận trích xuất 740 có thể được tạo cấu hình để trích xuất một hoặc nhiều đặc trưng nguyên bản từ một hoặc nhiều vectơ đặc trưng. Trong một số phương án, bộ phận trích xuất 460 có thể cũng được nối truyền thông với bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450. Bộ phận trích xuất 460 có thể được tạo cấu hình để tiếp nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng tại một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện từ bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450. Trong một số phương án, bộ phận trích xuất 460 có thể cũng được nối truyền thông với giao diện người dùng 140. Bộ phận trích xuất 460 cũng có thể được tạo cấu hình để nhận đầu vào người dùng hoặc sự lựa chọn gồm các thuật toán trích xuất từ giao diện người dùng 140. Trong một số phương án, bộ phận trích xuất 460 cũng có thể được nối truyền thông với bộ phận phân loại và nhận biết 470. Bộ phận trích xuất 460 có thể được tạo cấu hình để gửi một hoặc nhiều vectơ đặc trưng được trích xuất tới bộ phận phân loại và nhận biết 470.

Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể bao gồm loại phần cứng thích hợp, ví dụ như các mạch điện tích hợp và mảng cổng lập trình được dạng trường, hoặc phần mềm, ví dụ như tập hợp các lệnh, chương trình con, hoặc hàm (tức là chương trình chức năng) có thể chạy được trên bộ xử lý hoặc bộ điều khiển để thực hiện các thao tác đã được đề cập trước đó trong các bước 750, 760, 770 và 780. Trong một số phương án, bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể cũng được nối truyền thông với giao diện người dùng 140. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể được tạo cấu hình để thu nhiều dữ liệu hướng dẫn từ giao diện người dùng 140. Trong một số phương án, bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể cũng được nối truyền thông với bộ phận định vị 440. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể được tạo cấu hình để nhận các vị trí được tiếp nhận của các đối tượng mục tiêu được phát hiện từ bộ phận định vị 440. Trong một số phương án, bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể cũng được nối truyền thông với bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể được tạo cấu hình để nhận các hình ảnh từ trên không theo vùng được tiếp nhận tại

một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được phát hiện từ bộ phận hình ảnh từ trên không theo vùng 450. Trong một số phương án, bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể cũng được nối truyền thông với bộ phận trích xuất 460. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể được tạo cấu hình để nhận một hoặc nhiều vectơ đặc trưng được trích xuất tới bộ phận trích xuất 460.

Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể được tạo cấu hình để thu nhiều dữ liệu hướng dẫn, dữ liệu hướng dẫn bao gồm nhiều hình ảnh từ trên không của cùng loại đối tượng như đối tượng mục tiêu. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể còn được tạo cấu hình để hướng dẫn bộ phận loại dựa trên nhiều dữ liệu hướng dẫn. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể còn được tạo cấu hình để phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bằng bộ phận loại được hướng dẫn tương ứng với một hoặc nhiều vectơ đặc trưng. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể còn được tạo cấu hình để nhận biết các đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả phân loại.

Trong một số phương án, bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể còn được tạo cấu hình để tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được nhận biết như các thao tác được đề cập trước đó trong bước 790. Trong một số phương án, bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể cũng được nối truyền thông với màn hình 160. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể được tạo cấu hình để hiển thị một hoặc nhiều vị trí của các đối tượng mục tiêu được nhận biết trên hình ảnh từ trên không của khu vực hoặc bản đồ trên màn hình 160 như các thao tác được đề cập trước đó trong bước 790. Trong một số phương án, bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể được tạo cấu hình để tính toán số lượng các đối tượng mục tiêu được phát hiện như các thao tác đã đề cập trước đó trong bước 790. Trong một số phương án, bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể cũng được nối truyền thông với các đầu ra 180. Bộ phận phân loại và nhận biết 470 có thể được tạo cấu hình để gửi số lượng được tính toán của các đối tượng mục tiêu được nhận biết tới các đầu ra 180.

Sẽ rõ ràng với những người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các biến thể và biến đổi có thể thực hiện cho các hệ thống và phương pháp phát hiện đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không của sáng chế. Các phương án khác sẽ rõ ràng với những

người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật từ việc xem xét bản mô tả và thực hiện các phương pháp và hệ thống phát hiện đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không của sáng chế. Bản mô tả và các ví dụ chỉ nhằm được coi là ví dụ, với phạm vi đúng của sáng chế được biểu thị bằng các yêu cầu bảo hộ sau đây và các tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được chạy, khiến một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện các thao tác để phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, các thao tác bao gồm:

thu hình ảnh mô hình bề mặt số (Digital Surface Model - DSM) của khu vực;

thu một hoặc nhiều hình ảnh DSM thể hiện một loại đối tượng mục tiêu; và

phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên một hoặc nhiều sự khớp giữa một hoặc nhiều hình ảnh DSM và hình ảnh DSM của khu vực.

2. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 1,

trong đó một hoặc nhiều hình ảnh DSM được thu dựa trên ít nhất một trong số

hình dạng của các đối tượng mục tiêu trong một hoặc nhiều hình ảnh DSM,

hoặc

độ tương phản của một hoặc nhiều hình ảnh DSM.

3. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 1, trong đó các thao tác còn bao gồm:

giảm các độ phân giải của hình ảnh DSM của khu vực và một hoặc nhiều hình ảnh DSM trước khi phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu.

4. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 1,

trong đó việc thu hình ảnh DSM của khu vực còn bao gồm:

nhận dạng một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu trên hình ảnh DSM của khu vực;

nâng cao độ tương phản của một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu; và

trong đó việc phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu bao gồm:

phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu dựa trên hình ảnh DSM nâng cao của khu vực và một hoặc nhiều hình ảnh DSM.

5. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 4, trong đó việc nhận dạng một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu bao gồm:

thu hình ảnh từ trên không có màu của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực và một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không có màu tương ứng với một hoặc nhiều hình ảnh DSM;

nhận dạng một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu dựa trên hình ảnh từ trên không có màu của khu vực và một hoặc nhiều hình ảnh có màu.

6. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 1, trong đó việc phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu trong khu vực còn bao gồm:

tính toán các tỉ lệ khớp giữa một hoặc nhiều hình ảnh DSM và một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực; và

xác định liệu một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực có là một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu dựa trên các tỉ lệ khớp.

7. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 6, trong đó việc xác định liệu một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực có là một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu bao gồm việc xác định dựa trên ít nhất một trong số:

tỉ lệ khớp của hình ảnh con DSM là cực đại trong số các hình ảnh con DSM khác trong khoảng cách thứ nhất; hoặc

chiều cao của hình ảnh con DSM là cao hơn chiều cao của vị trí thấp nhất trong khoảng cách thứ hai bằng ngưỡng chiều cao.

8. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 1, trong đó việc thu hình ảnh DSM của khu vực bao gồm:

thu thập DSM của khu vực bằng phương tiện hàng không không người lái, máy bay không người lái, máy bay, máy bay trực thăng, khinh khí cầu, hoặc vệ tinh; và

nhận DSM của khu vực từ phương tiện hàng không không người lái, máy bay không người lái, máy bay, máy bay trực thăng, khinh khí cầu, hoặc vệ tinh.

9. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 1, trong đó các thao tác còn bao gồm:

tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu được phát hiện.

10. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 1, trong đó các thao tác còn bao gồm:

tính toán số lượng của ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu được phát hiện.

11. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 1, trong đó các thao tác còn bao gồm:

tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu được phát hiện;

thu bộ phân loại;

phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bằng bộ phân loại; và

nhận biết loại đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả phân loại.

12. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 11, trong đó việc thu bộ phân loại còn bao gồm:

thu nhiều dữ liệu hướng dẫn; và

hướng dẫn bộ phân loại dựa trên đó.

13. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 12, trong đó nhiều dữ liệu hướng dẫn bao gồm:

một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không thể hiện loại đối tượng mục tiêu; và

một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không thể hiện các đối tượng không phải mục tiêu.

14. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 13, trong đó việc phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng còn bao gồm:

trích xuất một hoặc nhiều vectơ đặc trưng từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng; và

phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tương ứng với một hoặc nhiều vectơ đặc trưng.

15. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 14, trong đó việc trích xuất một hoặc nhiều vectơ đặc trưng bao gồm:

trích xuất dựa trên bộ lọc Gabor, ma trận đồng hiện mức xám (Gray-Level Co-occurrence Matrix - GLCM), mẫu nhị phân cục bộ (Local Binary Pattern - LBP), các biểu đồ gradien định hướng (Histograms of Oriented Gradients - HOG), mô tả đặc trưng bậc nhất, mô tả đặc trưng bậc hai, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

16. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 11,

trong đó một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng được tiếp nhận trong hệ màu thứ nhất và được chuyển sang hệ màu thứ hai.

17. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 14,

trong đó việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bao gồm:

tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ nhất; và

chuyển một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ nhất sang một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ hai, và

trong đó việc trích xuất một hoặc nhiều vectơ đặc trưng bao gồm việc trích xuất từ ít nhất một trong số:

một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ nhất;
hoặc

một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ hai.

18. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 17,

trong đó các hệ màu thứ nhất và thứ hai bao gồm RGB, thang độ xám, HSI, L^*a^*b , hệ đa dải, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

19. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 11, trong đó việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bao gồm:

thu nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực;

ghép nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực để thu hình ảnh từ trên không của khu vực; và

tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng từ hình ảnh từ trên không của khu vực.

20. Vật ghi không tạm thời có thể đọc được bằng máy tính theo điểm 11,

trong đó bộ phân loại bao gồm bộ phân loại máy vectơ hỗ trợ (Support Vector Machine - SVM), bộ phân loại mạng nơron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN), bộ phân loại cây quyết định, bộ phân loại Bayes, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

21. Phương pháp phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không được thực hiện bởi một hoặc nhiều mạch tích hợp, một hoặc nhiều mảng công lập trình được dạng trường, một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc bộ điều khiển chạy các lệnh mà thực hiện phương pháp này, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng, phương pháp bao gồm:

thu hình ảnh mô hình số bề mặt (Digital Surface Model - DSM) của khu vực;

thu một hoặc nhiều hình ảnh DSM thể hiện một loại đối tượng mục tiêu; và

phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên một hoặc nhiều sự khớp giữa một hoặc nhiều hình ảnh DSM và hình ảnh DSM của khu vực.

22. Phương pháp theo điểm 21,

trong đó một hoặc nhiều hình ảnh DSM được thu dựa trên ít nhất một trong số

hình dạng của các đối tượng mục tiêu trong một hoặc nhiều hình ảnh DSM, hoặc

độ tương phản của một hoặc nhiều hình ảnh DSM.

23. Phương pháp theo điểm 21, còn bao gồm:

giảm các độ phân giải của hình ảnh DSM của khu vực và một hoặc nhiều hình ảnh DSM trước khi phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu.

24. Phương pháp theo điểm 21,

trong đó việc thu hình ảnh DSM của khu vực còn bao gồm:

nhận dạng một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu trên hình ảnh DSM của khu vực;

nâng cao độ tương phản của một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu; và

trong đó việc phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu bao gồm:

phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu dựa trên hình ảnh DSM nâng cao của khu vực và một hoặc nhiều hình ảnh DSM.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó việc nhận dạng một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu bao gồm:

thu hình ảnh từ trên không có màu của khu vực tương ứng với hình ảnh DSM của khu vực và một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không có màu tương ứng với một hoặc nhiều hình ảnh DSM;

nhận dạng một hoặc nhiều khu vực con mục tiêu dựa trên hình ảnh từ trên không có màu của khu vực và một hoặc nhiều hình ảnh có màu.

26. Phương pháp theo điểm 21, trong đó việc phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu trong khu vực còn bao gồm:

tính toán các tỉ lệ khớp giữa một hoặc nhiều hình ảnh DSM và một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực; và

xác định liệu một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực có là một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu dựa trên các tỷ lệ khớp.

27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó việc xác định liệu một hoặc nhiều hình ảnh con DSM của khu vực có là một hoặc nhiều đối tượng mục tiêu bao gồm việc xác định dựa trên ít nhất một trong số:

tỉ lệ khớp của hình ảnh con DSM là cực đại trong số các hình ảnh con DSM khác trong khoảng cách thứ nhất; hoặc

chiều cao của hình ảnh con DSM là cao hơn chiều cao của vị trí thấp nhất trong khoảng cách thứ hai bằng ngưỡng chiều cao.

28. Phương pháp theo điểm 21, trong đó việc thu hình ảnh DSM của khu vực bao gồm:

thu thập DSM của khu vực bằng phương tiện hàng không không người lái, máy bay không người lái, máy bay, máy bay trực thăng, khinh khí cầu, hoặc vệ tinh; và

nhận DSM của khu vực từ phương tiện hàng không không người lái, máy bay không người lái, máy bay, máy bay trực thăng, khinh khí cầu, hoặc vệ tinh.

29. Phương pháp theo điểm 21, còn bao gồm:

tiếp nhận một hoặc nhiều vị trí của ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu được phát hiện.

30. Phương pháp theo điểm 21, còn bao gồm:

tính toán số lượng của ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu được phát hiện.

31. Phương pháp theo điểm 21, còn bao gồm:

tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu được phát hiện;

thu bộ phân loại;

phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bằng bộ phân loại; và

nhận biết loại đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả phân loại.

32. Phương pháp theo điểm 31, trong đó việc thu bộ phân loại còn bao gồm:

thu nhiều dữ liệu hướng dẫn; và

hướng dẫn bộ phân loại dựa trên đó.

33. Phương pháp theo điểm 32, trong đó nhiều dữ liệu hướng dẫn bao gồm:

một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không thể hiện loại đối tượng mục tiêu; và

một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không thể hiện các đối tượng không phải mục tiêu.

34. Phương pháp theo điểm 33, trong đó việc phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng còn bao gồm:

trích xuất một hoặc nhiều vectơ đặc trưng từ một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng; và

phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng theo một hoặc nhiều vectơ đặc trưng.

35. Phương pháp theo điểm 34, trong đó việc trích xuất một hoặc nhiều vectơ đặc trưng bao gồm:

trích xuất dựa trên bộ lọc Gabor, ma trận đồng hiện mức xám (Gray-Level Co-occurrence Matrix - GLCM), mẫu nhị phân cục bộ (Local Binary Pattern - LBP), các biểu đồ gradien định hướng (Histograms of Oriented Gradients - HOG), mô tả đặc trưng bậc nhất, mô tả đặc trưng bậc hai, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

36. Phương pháp theo điểm 31,

trong đó một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng được tiếp nhận trong hệ màu thứ nhất và được chuyển sang hệ màu thứ hai.

37. Phương pháp theo điểm 34,

trong đó việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bao gồm:

tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ nhất; và

chuyển một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ nhất sang một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ hai, và

trong đó việc trích xuất một hoặc nhiều vectơ đặc trưng bao gồm trích xuất từ ít nhất một trong số:

một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ nhất;
hoặc

một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng trong hệ màu thứ hai.

38. Phương pháp theo điểm 37,

trong đó các hệ màu thứ nhất và thứ hai bao gồm RGB, thang độ xám, HSI, L^*a^*b , hệ đa dải, hoặc bất kì tổ hợp nào của chúng.

39. Phương pháp theo điểm 31, trong đó việc tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bao gồm:

thu nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực;

ghép nhiều hình ảnh từ trên không của các phần của khu vực để thu hình ảnh từ trên không của khu vực; và

tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng từ hình ảnh từ trên không của khu vực.

40. Phương pháp theo điểm 31,

trong đó bộ phân loại bao gồm bộ phân loại máy vectơ hỗ trợ (Support Vector Machine - SVM), bộ phân loại mạng nơron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN), bộ phân loại cây quyết định, bộ phân loại Bayes, hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

41. Hệ thống phát hiện các đối tượng từ dữ liệu hình ảnh từ trên không, hệ thống bao gồm:

bộ phận hình ảnh từ trên không, được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều mạch, mà thu hình ảnh DSM của khu vực;

bộ phận hình ảnh mục tiêu, được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều mạch, mà thu một hoặc nhiều hình ảnh DSM thể hiện một loại đối tượng mục tiêu, và

bộ phận phát hiện, được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều mạch, mà phát hiện ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu trong khu vực dựa trên một hoặc nhiều sự khớp giữa một hoặc nhiều hình ảnh DSM và hình ảnh DSM của khu vực.

42. Hệ thống theo điểm 41, còn bao gồm:

bộ phận tiếp nhận hình ảnh từ trên không theo vùng, được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều mạch, mà tiếp nhận một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng tại ít nhất một trong các loại đối tượng mục tiêu được phát hiện;

bộ phân loại và nhận biết, được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều mạch, mà:

thu bộ phân loại;

phân loại một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng bằng bộ phân loại; và

nhận biết loại đối tượng mục tiêu trong số một hoặc nhiều hình ảnh từ trên không theo vùng dựa trên các kết quả phân loại.



FIG. 1

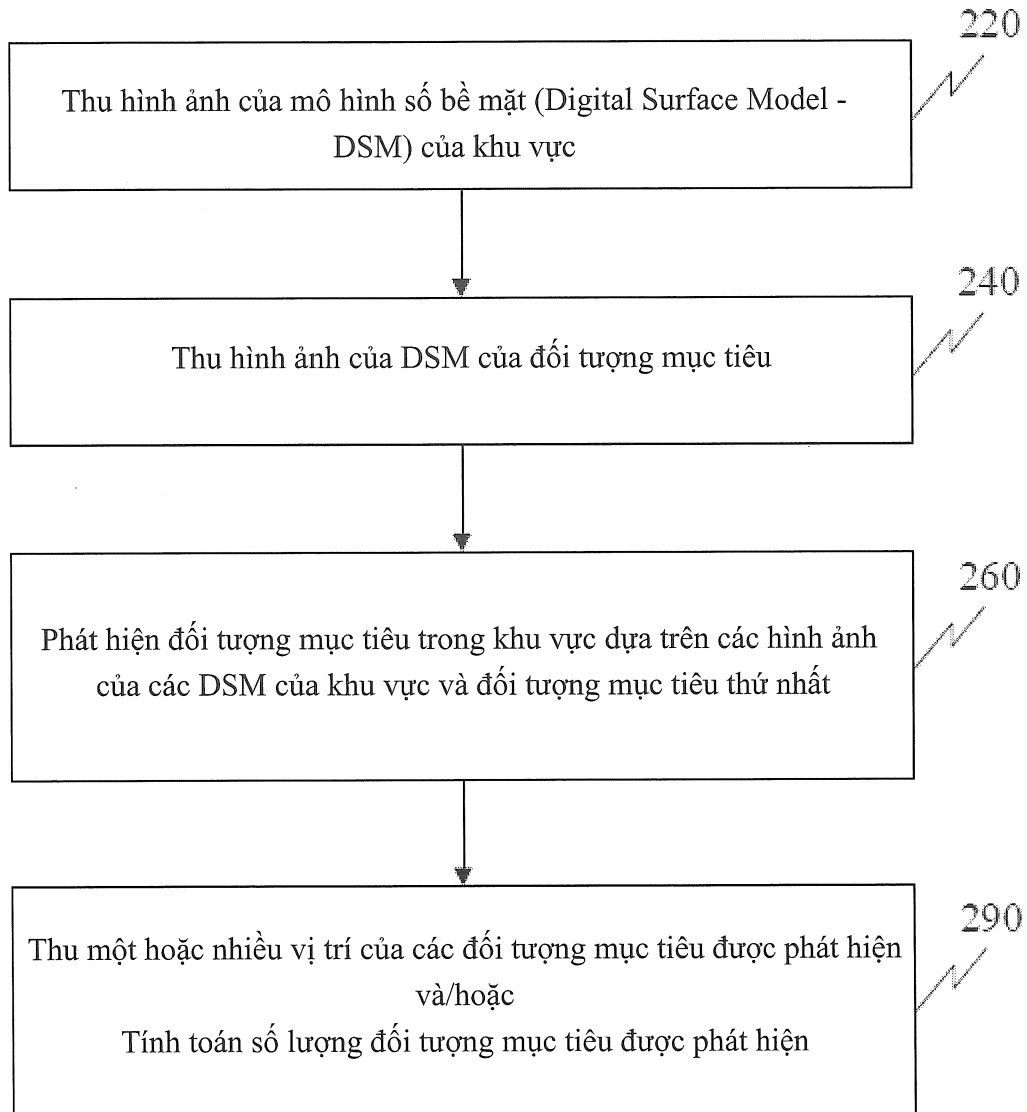
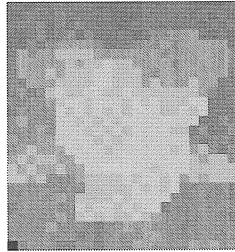
200

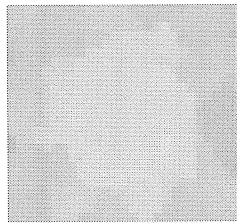
FIG. 2



FIG. 3



(a)



(b)

FIG. 4

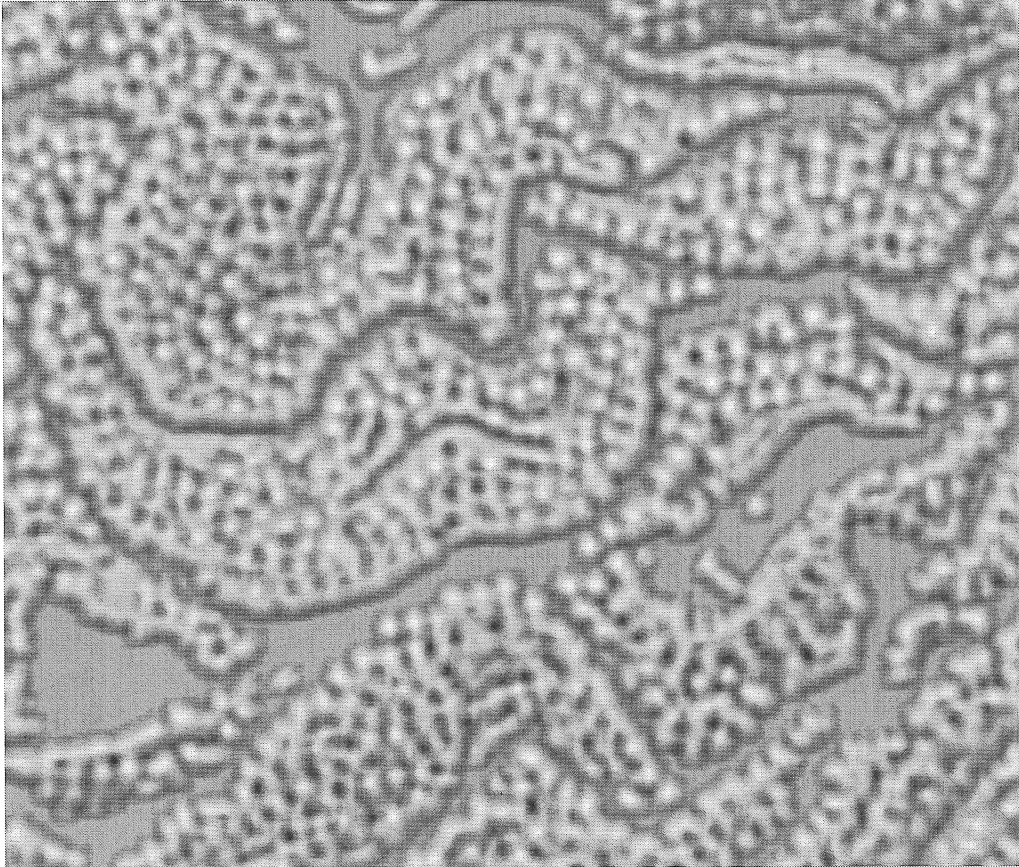


FIG. 5



FIG. 6

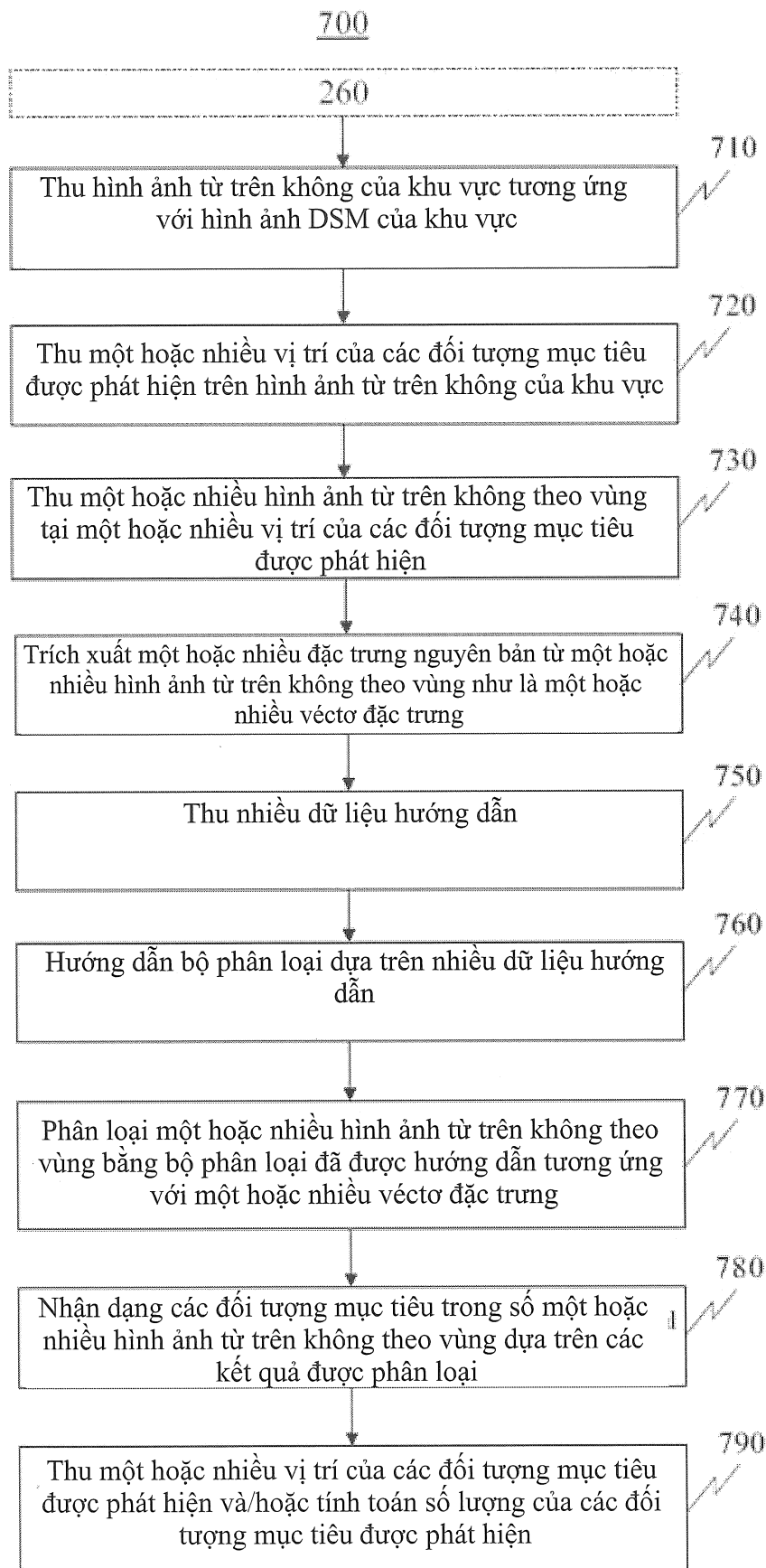


FIG. 7

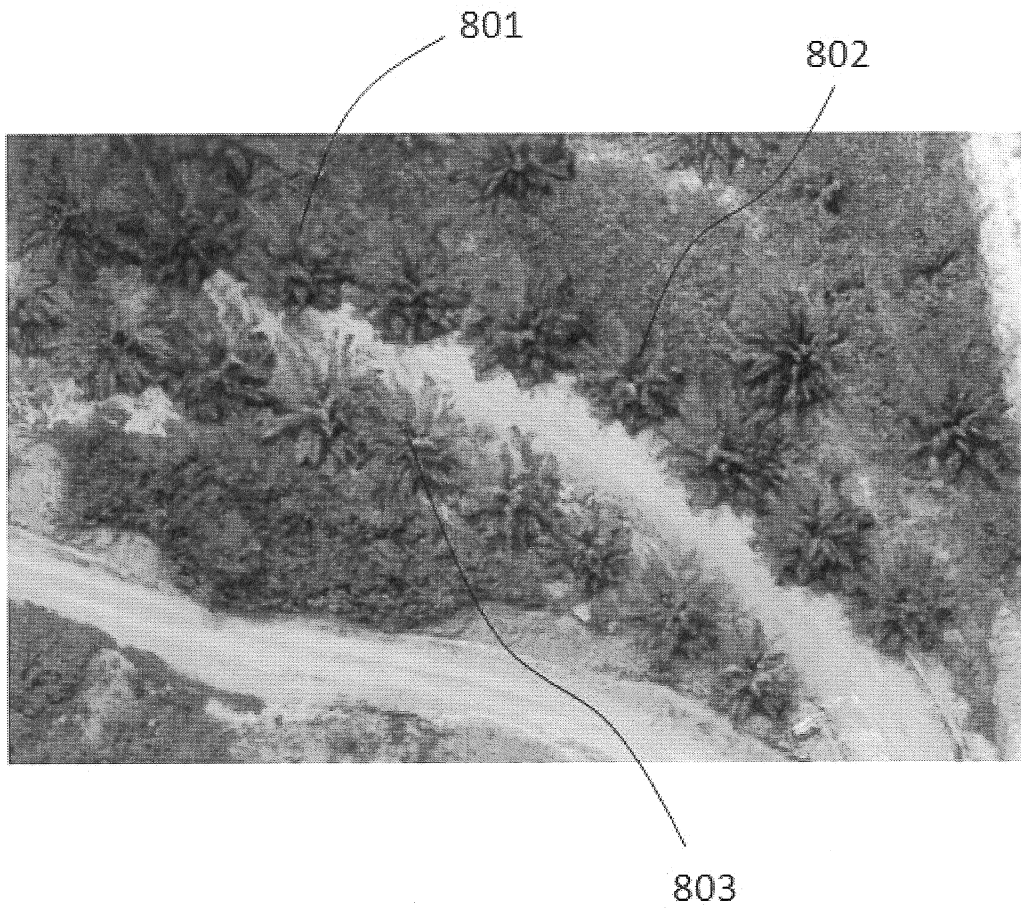
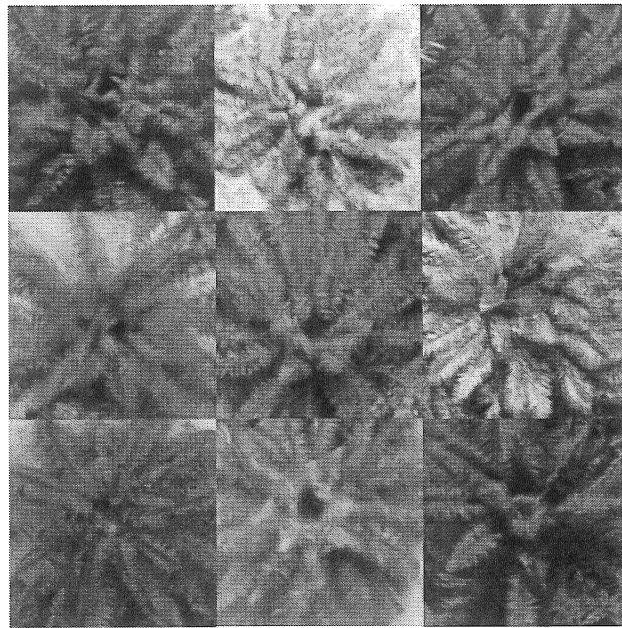
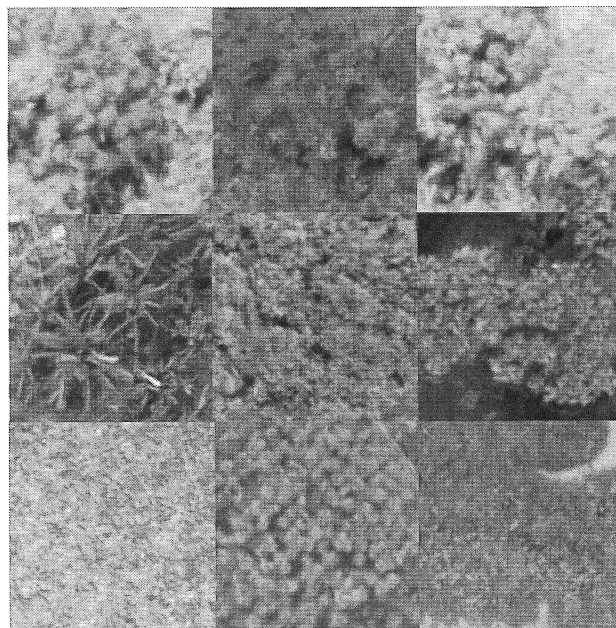


FIG. 8



(a)



(b)

FIG. 9

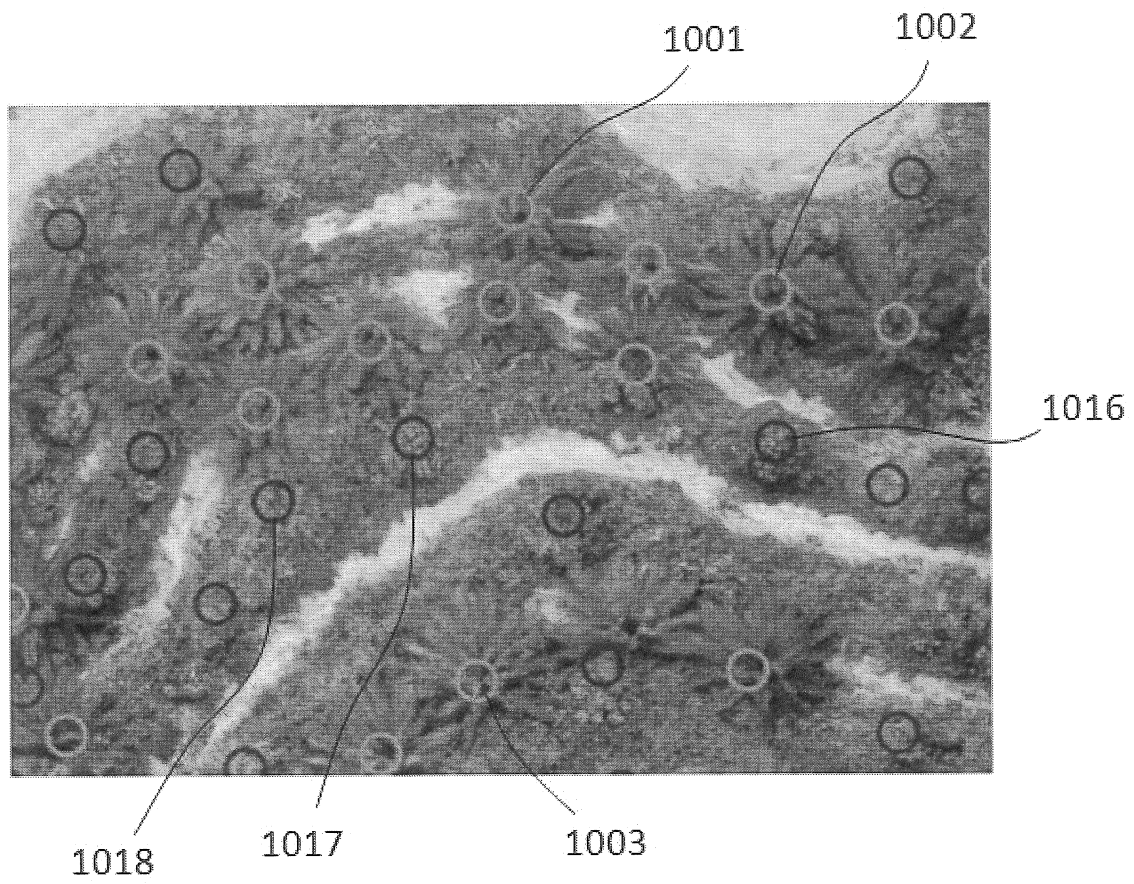


FIG. 10

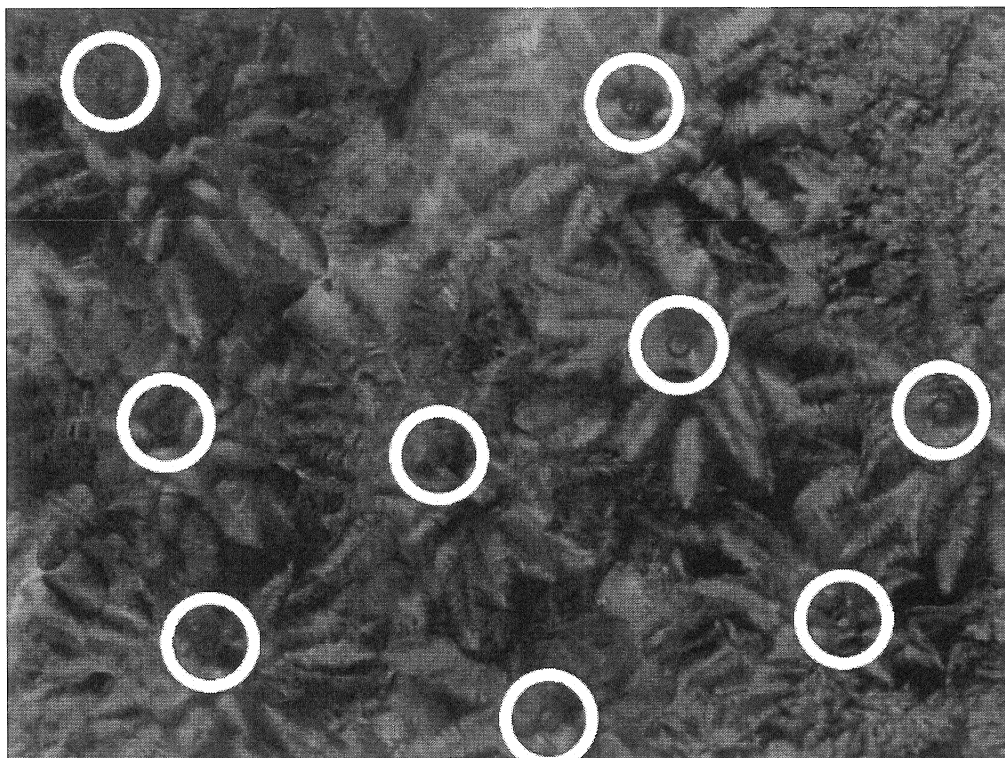


FIG. 11

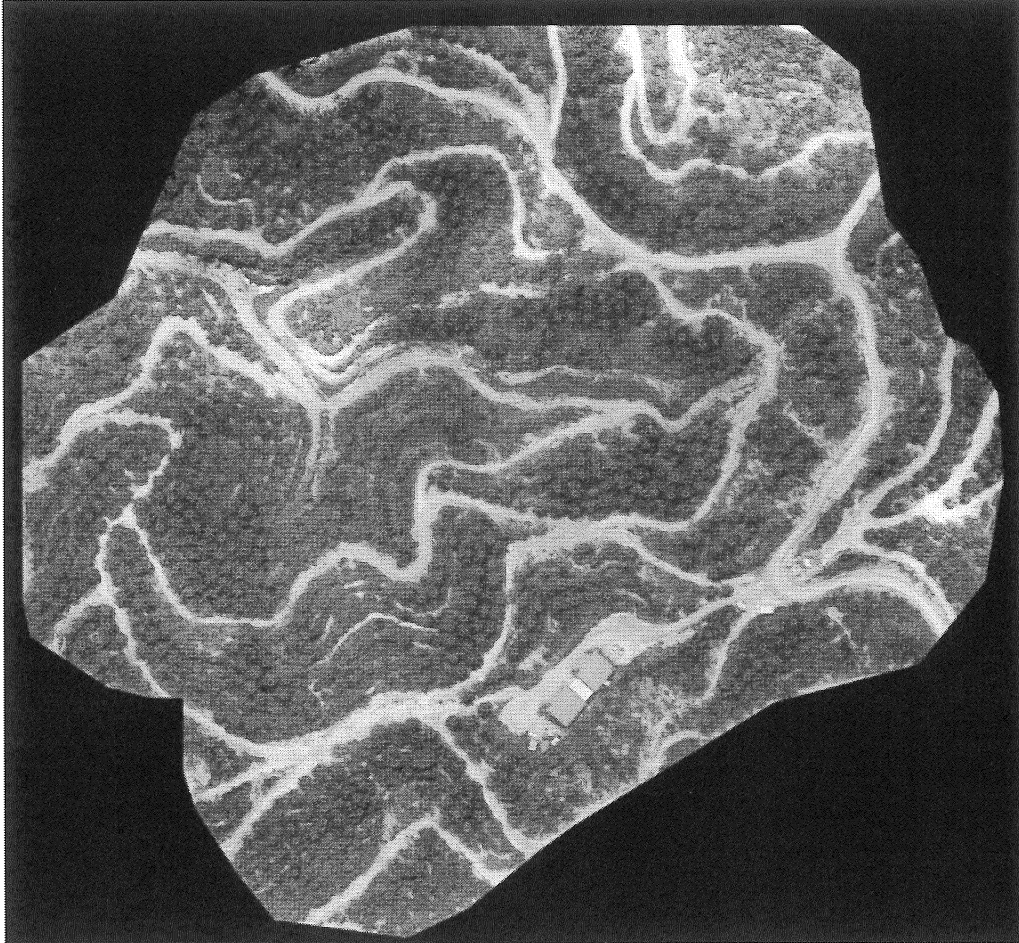


FIG. 12

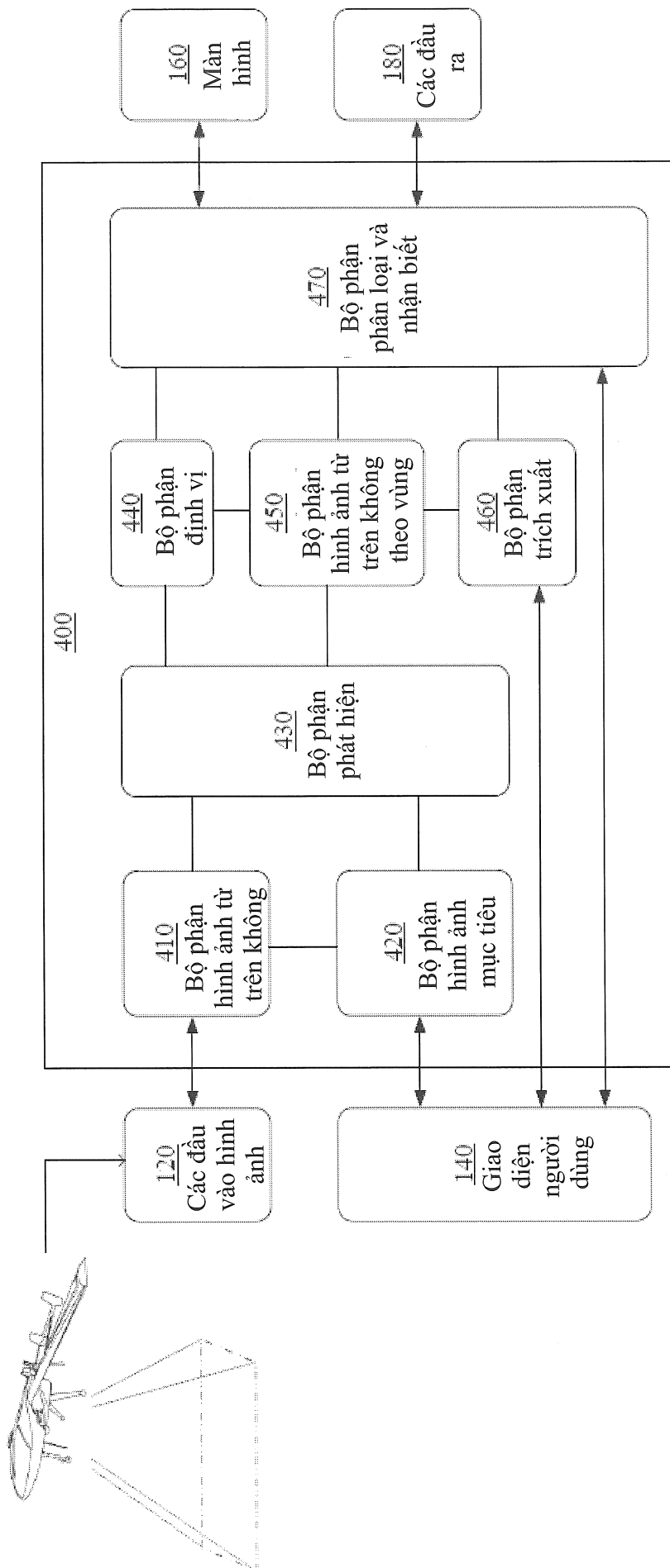


FIG. 13