



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

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

(11)



1-0045124

(51)^{2020.01} G06K 9/20; G06N 3/08; G06K 9/62

(13) B

(21) 1-2021-00049

(22) 06/06/2019

(86) PCT/US2019/035840 06/06/2019

(87) WO2019/236885 A1 12/12/2019

(30) 62/681,619 06/06/2018 US; 62/793,364 16/01/2019 US

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/05/2021 398A

(71) COGNEX CORPORATION (US)

One Vision Drive, Natick, MA 01760-2059, United States of America

(72) WANG, Lei (US); ANAND, Vivek (IN); JACOBSON, Lowell, D. (US); LI, David, Y. (US).

(74) CÔNG TY LUẬT TNHH IP MAX (IPMAX LAW FIRM)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐỂ TÌM KIẾM VÀ PHÂN LOẠI MẪU TRONG HÌNH ẢNH VỚI HỆ THỐNG QUAN SÁT

(21) 1-2021-00049

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp để tìm kiếm các mẫu trong hình ảnh mà kết hợp chặt chẽ các bộ phân loại mạng nơron. Công cụ tìm kiếm mẫu được ghép đôi với bộ phân loại mà có thể chạy trước hoặc sau công cụ để có kết quả mẫu được gắn nhãn với độ chính xác điểm ảnh phụ. Trong trường hợp công cụ tìm kiếm mẫu mà có thể phát hiện nhiều khuôn mẫu, hiệu suất của nó sẽ được cải thiện khi bộ phân loại mạng nơron thông báo cho công cụ tìm kiếm mẫu chỉ làm việc trên tập con của các khuôn mẫu được huấn luyện ban đầu. Tương tự, trong trường hợp công cụ tìm kiếm mẫu mà ban đầu phát hiện mẫu, bộ phân loại mạng nơron sau đó có thể xác định xem nó đã tìm thấy mẫu đúng hay chưa. Mạng nơron cũng có thể dựng lại/dọn dẹp hình dạng được chụp ảnh, và/hoặc loại bỏ các điểm ảnh ít liên quan đến hình dạng quan tâm, do đó giảm thời gian tìm kiếm, cũng như tăng đáng kể cơ hội đồng bộ hóa các hình dạng đúng.

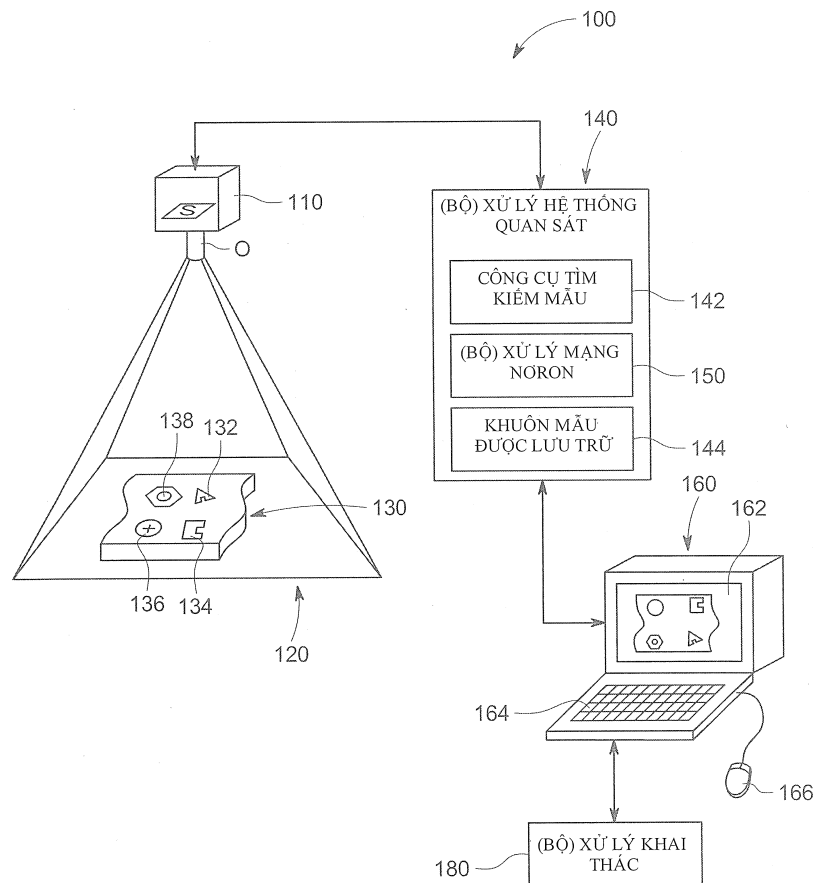


Fig.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các hệ thống và phương pháp quan sát bằng máy, và cụ thể hơn là đến các công cụ tìm kiếm và nhận dạng mẫu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống quan sát bằng máy, cũng được gọi là “các hệ thống quan sát” trong tài liệu này, được sử dụng để thực hiện nhiều tác vụ trong môi trường sản xuất. Nói chung, hệ thống quan sát bao gồm một hoặc nhiều camera với cảm biến hình ảnh (hoặc “bộ thu ảnh”) mà thu thập các hình ảnh thang đo xám hoặc màu của cảnh mà chứa đối tượng được sản xuất. Các hình ảnh của đối tượng có thể được phân tích để cung cấp dữ liệu/thông tin cho người dùng và các quá trình sản xuất liên quan. Dữ liệu được tạo ra bằng hình ảnh thường được phân tích và được xử lý bằng hệ thống quan sát trong một hoặc nhiều bộ xử lý hệ thống quan sát mà có thể được xây dựng cho một mục đích nhất định, hoặc thành phần của một hoặc nhiều ứng dụng phần mềm được khởi tạo trong máy tính đa năng (ví dụ, máy tính cá nhân (PC), máy tính xách tay, máy tính bảng hoặc điện thoại thông minh).

Các tác vụ chung của hệ thống quan sát bao gồm căn chỉnh và kiểm tra. Trong tác vụ căn chỉnh, các công cụ của hệ thống quan sát, chẳng hạn như hệ thống PatMax® nổi tiếng có sẵn trên thị trường từ Cognex Corporation của Natick, MA, so sánh các đặc điểm trong hình ảnh của cảnh với mẫu (sử dụng mô hình thực tế hoặc tổng hợp) được huấn luyện, và xác định sự có mặt/vắng mặt và tư thế của mẫu trong cảnh được chụp. Thông tin này có thể được sử dụng trong các hoạt động kiểm tra tiếp theo (hoặc các hoạt động khác) để tìm kiếm các khuyết điểm và/hoặc thực hiện các hoạt động khác, chẳng hạn như loại bỏ thành phần.

Kỳ vọng để nâng cao hiệu suất của các công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống, mà có thể bao gồm danh sách được xác định trước của các mẫu có thể tìm kiếm (ví dụ, các hình tròn, các hình vuông, hình ảnh của đỉnh ốc, v.v.). Thông thường, các công cụ như

vậy có thể không phân biệt một cách đúng đắn giữa một số mẫu được huấn luyện nhất định mà có sự khác biệt nhỏ (ví dụ, hình tròn với hình tròn có vết khía nhỏ).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế khắc phục những nhược điểm của tình trạng kỹ thuật bằng cách đề xuất hệ thống và phương pháp để tìm kiếm các mẫu trong các hình ảnh mà kết hợp chặt chẽ các bộ phân loại (đôi khi còn được gọi là “các bộ phân tích”) mạng nơron (neural network, cũng được gọi là “neural net”). Công cụ tìm kiếm mẫu được ghép đôi với bộ phân loại mà có thể chạy trước hoặc sau công cụ để có các kết quả mẫu được gắn nhãn với độ chính xác điểm ảnh phụ. Trong trường hợp của công cụ tìm kiếm mẫu mà có thể phát hiện nhiều mẫu, hiệu suất của nó sẽ được cải thiện khi bộ phân loại mạng nơron thông báo cho công cụ tìm kiếm mẫu chỉ làm việc trên tập con của các khuôn mẫu được huấn luyện ban đầu. Ngoài ra, hiệu suất của công cụ tìm kiếm mẫu có thể được cải thiện khi sử dụng mạng nơron để dựng lại hoặc dọn dẹp hình ảnh trước khi chạy công cụ tìm kiếm mẫu. Ngoài ra, mạng nơron có thể được sử dụng để tính toán giá trị có trọng số cho mỗi điểm ảnh trong hình ảnh dựa trên khả năng mà điểm ảnh đó thuộc về mẫu được đối sánh. Tương tự, trong trường hợp của công cụ tìm kiếm mẫu mà ban đầu phát hiện mẫu, bộ phân loại mạng nơron sau đó có thể xác định xem nó đã tìm thấy mẫu đúng hay chưa.

Theo phương án minh họa, hệ thống và phương pháp để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh bao gồm công cụ tìm kiếm mẫu mà được huấn luyện dựa trên một hoặc nhiều khuôn mẫu liên quan đến một hoặc nhiều hình ảnh huấn luyện chứa mẫu quan tâm. Bộ phân loại mạng nơron được huấn luyện trên một hoặc nhiều hình ảnh huấn luyện và quá trình đối sánh khuôn mẫu hoạt động trong thời gian chạy, trong đó, hoặc, (a) bộ phân loại mạng nơron được huấn luyện cung cấp một hoặc nhiều khuôn mẫu dựa trên hình ảnh thời gian chạy cho công cụ tìm kiếm mẫu, và công cụ tìm kiếm mẫu được huấn luyện thực hiện đối sánh mẫu dựa trên một hoặc nhiều ảnh khuôn mẫu được kết hợp với hình ảnh thời gian chạy, hoặc (b) công cụ tìm kiếm mẫu được huấn luyện cung cấp các mẫu được tìm thấy từ hình ảnh thời gian chạy cho bộ phân loại mạng nơron được huấn luyện, và bộ phân loại mạng nơron được huấn luyện thực hiện đối sánh mẫu dựa trên các mẫu được tìm thấy và hình ảnh thời gian chạy. Công cụ tìm kiếm mẫu được điều chỉnh để

được huấn luyện sử dụng nhiều khuôn mẫu, hoặc trên một khuôn mẫu duy nhất. Mạng nơron bao gồm mạng nơron tích chập (convolutional neural network, CNN).

Theo một phương án nữa, hệ thống và phương pháp để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh được đề xuất, và bao gồm mạng nơron được huấn luyện để định vị một hoặc nhiều hình dạng ứng viên trong hình ảnh và được sắp xếp để nhận biết xác suất xuất hiện của một hoặc nhiều hình dạng trong hình ảnh trong hoạt động thời gian chạy. Mạng nơron theo đó tạo ra (a) mặt nạ có trọng số có các đặc điểm của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên mà vượt quá ngưỡng xác suất và/hoặc (b) hình ảnh được dựng lại mà trong đó các đặc điểm của mô hình của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên được thay thế trong hình ảnh mà bộ phân tích mạng nơron nhận biết sự có mặt của các đặc điểm của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên mà vượt quá ngưỡng xác suất. Một cách minh họa, công cụ tìm kiếm mẫu được huấn luyện sử dụng một hoặc nhiều mô hình liên quan đến một hoặc nhiều hình dạng ứng viên để tìm kiếm một hoặc nhiều hình dạng ứng viên trong (a) mặt nạ có trọng số và/hoặc (b) hình ảnh được dựng lại. Mạng nơron có thể định nghĩa mặt nạ có trọng số sao cho mỗi điểm ảnh có trong đó điểm số liên quan đến sự nhận biết của một hoặc nhiều hình dạng. Hình ảnh được dựng lại có thể được định nghĩa là hình ảnh nhị phân. Một cách minh họa, bộ phân tích mạng nơron cung cấp dữ liệu về sự có mặt loại của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên cho công cụ tìm kiếm mẫu và công cụ tìm kiếm mẫu hạn chế các quá trình đối với các quá trình liên quan đến định vị loại. Nói chung, mạng nơron có thể bao gồm mạng nơron tích chập (convolutional neural network, CNN).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Mô tả sáng chế dưới đây đề cập đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ của hệ thống quan sát được sắp xếp để phân tích đối tượng được chụp ảnh chứa các hình dạng và/hoặc các mẫu khác nhau sử dụng công cụ tìm kiếm mẫu kết hợp với các bộ phân loại mạng nơron;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện quy trình huấn luyện cho công cụ tìm kiếm mẫu thông minh bao gồm bộ phân loại mạng nơron và công cụ tìm kiếm mẫu mà được huấn luyện trên cùng tập hợp của một hoặc nhiều khuôn mẫu ảnh;

Fig.3 là sơ đồ khối của hoạt động thời gian chạy trên hình ảnh đầu vào sử dụng công cụ tìm kiếm mẫu thông minh được huấn luyện của Fig.2 trong đó bộ phân loại mạng nơron chạy trước công cụ tìm kiếm mẫu;

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện quy trình huấn luyện cho công cụ tìm kiếm mẫu thông minh bao gồm bộ phân loại mạng nơron và công cụ tìm kiếm mẫu mà được huấn luyện trên một hoặc nhiều hình ảnh cho một khuôn mẫu duy nhất;

Fig.5 là sơ đồ khối của hoạt động thời gian chạy trên hình ảnh đầu vào sử dụng công cụ tìm kiếm mẫu thông minh được huấn luyện của Fig.4 trong đó bộ phân loại mạng nơron chạy trước công cụ tìm kiếm mẫu;

Fig.6 là lưu đồ thể hiện tổng quan quy trình để áp dụng mạng nơron để ban đầu tìm kiếm/xác định các ứng viên trong hình ảnh và sau đó áp dụng công cụ tìm kiếm mẫu để tinh chỉnh tìm kiếm/xác định;

Fig.7 là lưu đồ thể hiện hoạt động huấn luyện và thời gian chạy của mạng nơron trong quy trình của Fig.6;

Fig.8 là lưu đồ thể hiện hoạt động thời gian chạy của công cụ tìm kiếm mẫu sử dụng các kết quả hình ảnh được cung cấp bởi quy trình của mạng nơron của Fig.7;

Fig.9 là sơ đồ khối thể hiện sự tạo thành của mặt nạ có trọng số liên quan đến công cụ tìm kiếm mẫu của Fig.5;

Fig.10 sơ đồ thể hiện quá trình xử lý của hình dạng quan tâm được lấy làm ví dụ và dữ liệu hình ảnh được thu thập chứa hình dạng quan tâm và mô hình của hình dạng quan tâm để tạo ra mặt nạ có trọng số phù hợp với Fig.9;

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện việc sử dụng của mạng nơron phù hợp với Fig.5 để dựng lại hoặc dọn dẹp hình dạng quan tâm trong dữ liệu hình ảnh được thu thập; và

Fig.12 là sơ đồ khối thể hiện quá trình xử lý mẫu, dữ liệu hình ảnh được thu thập chứa hình dạng quan tâm để tạo ra phiên bản được dựng lại và/hoặc được dọn dẹp của hình dạng (ví dụ dưới dạng hình ảnh nhị phân) phù hợp với Fig.11.

Mô tả chi tiết sáng chế

I. Tổng quan hệ thống

Fig.1 thể hiện sắp xếp hệ thống quan sát tổng quát 100 để sử dụng theo hệ thống và phương pháp minh họa. Hệ thống quan sát có thể được thực hiện trong môi trường chấp nhận được bất kỳ, bao gồm kiểm tra thành phần/bề mặt, điều khiển rô-bốt, căn chỉnh thành phần, và tương tự. Hệ thống bao gồm ít nhất một tổ hợp camera 110 của hệ thống quan sát có các chi tiết quang học O và cảm biến hình ảnh (còn được gọi là “cảm biến” hoặc “bộ thu ảnh”) S mà cũng có thể bao gồm bộ chiếu sáng tích hợp hoặc riêng biệt (không được thể hiện). Tổ hợp camera chụp ảnh cảnh 120 mà có thể bao gồm một hoặc nhiều đối tượng đứng yên hoặc chuyển động 130. Trong ví dụ này, đối tượng bao gồm hình dạng bên ngoài, cũng như nhiều hình dạng bên trong 132, 134, 136 và 138 của hình học đều đặn và không đều. Nói chung hơn, các mẫu có thể là hình dạng hình học bất kỳ hoặc hình ảnh 2-D tùy ý của đối tượng.

Tổ hợp camera 110 và cảm biến liên quan S được liên kết với bộ xử lý hệ thống quan sát 140 mà có thể được định vị toàn bộ hoặc một phần trong tổ hợp camera 110 hoặc có thể được định vị trong thiết bị xử lý riêng biệt, chẳng hạn như máy chủ, PC, máy tính xách tay, máy tính bảng hoặc điện thoại thông minh (máy tính 160). Thiết bị tính toán có thể bao gồm giao diện người dùng thích hợp, chẳng hạn như màn hiển thị/màn hình cảm ứng 162, bàn phím 164 và chuột 166.

Một cách minh họa, (bộ) xử lý của hệ thống quan sát 140 vận hành nhiều công cụ hệ thống quan sát và phần mềm/phần sụn liên quan để thao tác và phân tích các hình ảnh được thu thập và/hoặc được lưu trữ của đối tượng 130 trong thời gian chạy. (Bộ) xử lý 140 có thể được huấn luyện để thực hiện chức năng theo các tham số cụ thể và để nhận ra các hình dạng cụ thể được tìm thấy trong đối tượng sử dụng quy trình huấn luyện. (Bộ) xử lý 140 bao gồm các thành phần hệ thống quan sát khác nhau bao gồm các công cụ tìm kiếm mẫu 142, chẳng hạn như những công cụ được tìm thấy trong gói phần mềm PatMax® được mô tả ở trên và các biến thể của nó - ví dụ PatMax® đa mô hình (Multi-Model). Các công cụ tìm kiếm mẫu có thể sử dụng các mẫu được huấn luyện hoặc các mẫu hình dạng tiêu chuẩn (các hình vuông, các hình tròn, v.v.), mà được chứa trong các khuôn mẫu huấn luyện 144. Như được mô tả dưới đây, (bộ) xử lý của hệ thống quan sát cũng bao gồm, hoặc giao diện với, (bộ) xử lý mạng nơron 150. (Bộ) xử lý mạng nơron (neural network, còn được gọi là “neural net”) 150 hoạt động trên các khuôn mẫu khác

nhau dưới dạng các bộ phân loại để nâng cao tốc độ tìm kiếm mẫu và hiệu suất của hệ thống 100.

Các kết quả tìm kiếm mẫu có thể được truyền tới người dùng thông qua giao diện máy tính 162, và/hoặc tới một thiết bị hoặc (bộ) xử lý khai thác hạ nguồn khác 180. Thiết bị hoặc (bộ) xử lý như vậy có thể bao gồm bộ điều khiển robot lắp ráp, kiểm tra dây chuyền, kiểm tra/loại bỏ bộ phận, kiểm soát chất lượng, v.v.

Người ta nhận ra rằng cách tiếp cận truyền thống để đối sánh mẫu đòi hỏi phải huấn luyện công cụ đối sánh mẫu thông thường, chẳng hạn như PatMax® hoặc PatMax® đa mô hình sử dụng hình ảnh mô hình với các hình dạng hoặc các đặc điểm quan tâm. Trong thời gian chạy, công cụ đối sánh mẫu chạy qua một hoặc nhiều (có thể là tất cả) các khuôn mẫu được huấn luyện nhằm tìm cách định vị đối sánh đúng với mẫu được huấn luyện trong hình ảnh được thu thập của đối tượng đang được kiểm tra.

Ngược lại, sáng chế đề xuất công cụ tìm kiếm mẫu *thông minh* mà sử dụng các quá trình mạng nơron để nâng cao công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống, theo đó cung cấp cho nó khả năng tự động gắn nhãn các mẫu được tìm thấy trong các kết quả của công cụ hoặc sử dụng bộ phân loại mạng nơron liên quan để phát hiện mẫu một cách đáng tin cậy. Trong vận hành, cách tiếp cận này cho phép huấn luyện công cụ tìm kiếm mẫu *thông minh* trên cơ sở dữ liệu của các hình ảnh chứa các khuôn mẫu. Sau khi huấn luyện, trong thời gian chạy, công cụ tìm kiếm mẫu *thông minh* kết hợp các đặc điểm tốt nhất của công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống và bộ phân loại mạng nơron để cung cấp các kết quả tìm kiếm mẫu được gắn nhãn đúng với các tư thế chính xác cao (vị trí, tỷ lệ, xoay, v.v.).

II. Tìm kiếm mẫu sử dụng mạng nơron để tinh chỉnh tìm kiếm

Tham khảo Fig.2, thể hiện sơ đồ khối biểu diễn quy trình thời gian huấn luyện 200, trước thời gian chạy. Công cụ 210 bao gồm công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống 220 và bộ phân loại mạng nơron liên quan mà hỗ trợ công cụ tìm kiếm mẫu trong việc tìm kiếm mẫu đúng trong tập hợp/nhiều mẫu (khuôn mẫu) được huấn luyện 240.

Cụ thể hơn, tại thời điểm huấn luyện, công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống 220 (ví dụ PatMax® đa mô hình) được huấn luyện trên một hoặc nhiều hình ảnh khuôn mẫu. Đồng thời, bộ phân loại mạng nơron (ví dụ mạng nơron mã chập (convolutional neural

network, CNN)) 230 được huấn luyện trên nhiều hình ảnh ví dụ của mẫu được biểu diễn bởi mỗi khuôn mẫu. Bộ phân loại mạng nơron 230 được huấn luyện để xử lý hình ảnh đầu vào và báo cáo tập con của các nhãn khuôn mẫu được tìm thấy trong hình ảnh đầu vào.

Fig.3 mô tả quy trình thời gian chạy (sử dụng tiền phân loại) 300, trong đó bộ phân loại mạng nơron được huấn luyện 310 đầu tiên chạy trên hình ảnh thời gian chạy đầu vào (được thu thập bởi camera 110 và/hoặc được lưu trữ từ lần thu trước) 320, và xác định các xác suất cho mỗi khuôn mẫu. Công cụ tìm kiếm mẫu *thông minh* lọc ra các kết quả nào là tốt nhất và sau đó thông báo cho công cụ tìm kiếm mẫu được huấn luyện 350 để làm việc trên các tập con được đối sánh này của M khuôn mẫu 340 thay vì tập hợp đầy đủ của N khuôn mẫu (240 trên Fig.2). Do đó, tập con của M khuôn mẫu phù hợp nhất 340 được cung cấp làm các tham số tìm kiếm cho công cụ tìm kiếm mẫu được huấn luyện 350. Hình ảnh đầu vào 320 được cung cấp cho công cụ tìm kiếm mẫu 350 và các tham số tìm kiếm được sử dụng để tạo ra các kết quả khuôn mẫu đối sánh 360 dưới dạng đầu ra của công cụ 350. Những kết quả này có thể được hiển thị cho người dùng hoặc được sử dụng trong các hoạt động khai thác hạ nguồn (ví dụ, hiệu chỉnh bộ phận, kiểm tra, v.v.). Lợi thế, quá trình xử lý 300 này làm giảm số lượng tính toán mà sẽ thường được đòi hỏi trong việc tạo ra khuôn mẫu được đối sánh.

Nhiều loại kiến trúc mạng nơron độc quyền và có sẵn trên thị trường (ví dụ nguồn mở) và các bộ phân loại liên quan có thể được sử dụng phù hợp với các phương án ở đây. Ví dụ, TensorFlow, Microsoft CNTK.

Ứng dụng được lấy làm ví dụ trong đó các quy trình đào tạo và thời gian chạy 200 và 300 được mô tả ở trên có thể được sử dụng là trong việc tìm kiếm chuẩn đúng trong đó hình dạng của chuẩn có thể thay đổi qua các phần khác nhau (hình chữ thập, hình thoi, v.v.). Một cách minh họa, công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống được huấn luyện trên hình ảnh khuôn mẫu biểu diễn mỗi mẫu chuẩn có thể có. Ngoài ra, bộ phân loại mạng nơron (ví dụ, TensorFlow) được huấn luyện trên nhiều hình ảnh thể hiện sự thay đổi về hình dạng bên ngoài của mỗi mẫu chuẩn, cùng với nhãn được liên kết với mỗi mẫu chuẩn. Tại thời gian chạy, đầu tiên bộ phân loại mạng nơron được huấn luyện chạy mà trả về tập hợp các nhãn được tìm thấy trong hình ảnh thời gian chạy. Sử dụng thông tin này, hệ thống có thể thông báo cho công cụ tìm kiếm mẫu (ví dụ, PatMax®

MultiModel (đa mô hình)) chỉ chạy trên tập hợp các khuôn mẫu được biểu diễn bởi các nhãn mà đã được tạo ra bởi bộ phân loại mạng nơron, theo đó tăng tốc độ căn chỉnh và tạo ra kết quả đáng tin cậy hơn.

Fig.4 thể hiện sự sắp xếp mà trong đó công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống tìm thấy mẫu nhất định và bộ phân loại mạng nơron xác định xem nó có phải là đối sánh đúng hay không (tức là phân loại sau). Tại thời điểm huấn luyện, công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống 410 được huấn luyện với khuôn mẫu hình ảnh duy nhất 440. Bộ phân loại mạng nơron (ví dụ, TensorFlow) 430 được liên kết với công cụ 410 sau đó được huấn luyện trên nhiều hình ảnh cho khuôn mẫu mong muốn. Các đầu vào của bộ phân loại 430 là hình ảnh giống như đã được đưa vào cho công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống 440.

Fig.5 mô tả quy trình thời gian chạy (sử dụng phân loại sau) 500, trong đó công cụ tìm kiếm mẫu 550 đầu tiên tìm thấy mẫu trong hình ảnh đầu vào 520. Hình ảnh đầu vào 520 được cung cấp cho bộ phân loại mạng nơron được huấn luyện 510 cùng với hộp giới hạn tùy chọn được tính toán từ các đầu ra của công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống (ví dụ, PatMax®). Bộ phân loại 510 sau đó xác định xem công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống đã tìm thấy mẫu được đối sánh/đúng 560 hay chưa. Đầu ra của bộ phân loại 510 là độ tin cậy tổng thể rằng mẫu được huấn luyện đã được tìm thấy.

Ví dụ, trường hợp sử dụng hoạt động liên quan đến các hình dạng dễ nhầm lẫn với các khác biệt nhỏ như các hình tròn so với các hình tròn có vết khía. Giả sử công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống (ví dụ, PatMax®) 350 được huấn luyện trên hình ảnh khuôn mẫu mô tả hình tròn có vết khía. Bộ phân loại mạng nơron 510 sau đó được huấn luyện trên các hình ảnh mà chứa hình dạng mong muốn (hình tròn có vết khía) cùng với các hình dạng dễ gây nhầm lẫn khác (hình tròn không có vết khía). Tại thời điểm chạy, hình ảnh đầu vào cùng với hộp giới hạn tùy chọn được tính toán từ các đầu ra của công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống được cấp đến bộ phân loại mạng nơron được huấn luyện 510, và sau đó bộ phân loại xác định xem công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống đã tìm thấy mẫu đúng hay chưa (hình tròn có vết khía). Quy trình cải thiện tính mạnh mẽ của tìm kiếm mẫu trong trường hợp ví dụ này.

Chú ý rằng công cụ tìm kiếm mẫu truyền thống và khả năng của nó để huấn luyện trên một hoặc nhiều khuôn mẫu rất khác nhau trong các phương án thay thế. Các quy trình tiền phân loại và phân loại sau được mô tả ở trên mỗi quy trình có thể được sửa đổi để bao gồm loại khác của công cụ tìm kiếm mẫu và các khuôn mẫu được liên kết trong các phương án thay thế.

III. Tìm kiếm mẫu sử dụng công cụ mẫu được huấn luyện để tinh chỉnh tìm kiếm

Tham khảo Fig.6, thể hiện quy trình tổng thể (tổng quát) 600 để tìm kiếm mẫu thông minh theo phương án ví dụ khác mà có thể được thực hiện bằng sắp xếp 100 của Fig.1. Người ta dự tính rằng một số mẫu có thể chứng thực hơn nữa thách thức để định vị sử dụng công cụ tìm kiếm mẫu thông thường, được huấn luyện hoạt động trên hình ảnh được thu thập. Trong một số trường hợp, các đặc tính cố hữu của kiến trúc mạng noron/học sâu có thể mang lại các lợi ích trong việc định vị ban đầu các ứng viên mẫu trong hình ảnh. Do đó, trong quy trình 600 mạng noron được huấn luyện để định vị các loại mẫu khác nhau và được áp dụng cho hình ảnh được thu thập ở bước 610. Điều này tạo ra danh sách các ứng viên có các điểm số liên quan cho loại hình dạng nhất định. Dựa trên số điểm, quy trình 600 sau đó áp dụng (bước 620) công cụ tìm kiếm mẫu, thông thường (ví dụ, PatMax® MultiModel (đa mô hình)) cho các ứng viên hình dạng mà đạt điểm trên giá trị ngưỡng nhất định. Công cụ tìm kiếm mẫu tìm kiếm hình dạng cụ thể được nhận biết bởi mạng noron, hoặc nó có thể tìm kiếm các loại hình dạng khác nhau trong mỗi ứng viên.

Lợi thế, mạng noron có thể nhận biết hiệu quả các ứng viên có thể có, trong khi các tác vụ nặng về tính toán, chẳng hạn như điều chỉnh mô hình cấp điểm ảnh phụ có thể được xử lý một cách mạnh mẽ bằng công cụ tìm kiếm mẫu.

Việc huấn luyện của mạng noron để nhận ra các hình dạng nhất định được mô tả trong bước 710 của quy trình 700 của Fig.7. Khi được huấn luyện, trong thời gian chạy (bước 720) mạng noron sử dụng cấu hình được huấn luyện để gán điểm số (xác suất) cho mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được thu thập dựa trên việc liệu nó có xuất hiện là một phần của hình dạng được huấn luyện hay không. Kết quả (bước 730) là hình ảnh xác suất mà trong đó các điểm ảnh trong hình ảnh mỗi điểm ảnh có các điểm số được gán. Hình ảnh xác suất từ bước 730 có thể được lưu trữ và sau đó được cung cấp (ví dụ như

mặt nạ) cho công cụ tìm kiếm mẫu – trong đó các điểm ảnh mà không có vẻ có các hình dạng ứng viên sẽ bị che khỏi các kết quả hình ảnh mà khi công cụ tìm kiếm mẫu hoạt động (bước 740). Các kết quả mạng nơron có thể bao gồm (các) loại hình dạng ứng viên trong hình ảnh xác suất. Thông tin loại hình dạng cho phép công cụ tìm kiếm mẫu thu hẹp tìm kiếm của nó trong hình ảnh xác suất (tại các vị trí được lựa chọn) dành riêng cho các loại hình dạng được cung cấp bởi các kết quả (bước 750). Do đó, công cụ tìm kiếm mẫu có thể hoạt động nhanh hơn và hiệu quả hơn vì nó tránh chạy các công cụ mà không liên quan đến các hình dạng ứng viên.

Quy trình 600 ở trên có lợi trong nhiều ứng dụng. Ví dụ, việc sử dụng mạng nơron để sàng lọc hình ảnh ban đầu hữu ích khi có độ méo cục bộ cao, vì mạng nơron về cơ bản dựng lại hình ảnh dựa trên các xác suất theo cách mà được phân tích đơn giản hơn bằng công cụ tìm kiếm mẫu. Ví dụ, hình ảnh đến có thể có kết cấu cao và thiếu các đường tương phản được định nghĩa. Sau khi xử lý qua mạng nơron, hình ảnh xác suất kết quả là biểu diễn nhị phân với độ tương phản cao, các đường ranh giới được định nghĩa biểu diễn (ví dụ) hình chữ nhật, hình tam giác, hình tròn, v.v. Trong ví dụ cụ thể, mạng nơron có thể giải quyết hiệu quả hình dạng tại đầu dây hoặc cáp mà có thể bị sờn (tạo ra vùng có kết cấu cao). Mạng nơron cung cấp hình chữ nhật sáng trên nền tối cho công cụ tìm kiếm mẫu - hoặc ngược lại.

Như được mô tả trong quy trình 800 của Fig.8, trong thời gian chạy, công cụ tìm kiếm mẫu được huấn luyện (mà đã được huấn luyện với các khuôn mẫu dựa trên mô hình liên quan đến các hình dạng quan tâm) nhận hình ảnh xác suất (mặt nạ) từ mạng nơron và (tùy chọn) thông tin về các loại hình dạng ứng viên được nhận biết trong hình ảnh (bước 810). Công cụ tìm kiếm mẫu hoạt động trên hình ảnh, tập trung vào các vùng đã lựa chọn và sử dụng các công cụ và các quá trình liên quan đến các loại hình ảnh đã được nhận biết (bước 820). Công cụ tìm kiếm mẫu sau đó tạo ra các kết quả mà trong đó (các) hình dạng được tìm thấy được định vị trong hình ảnh và dữ liệu tọa độ thích hợp (và các dữ liệu khác) trên (các) hình dạng được xuất ra cho các hoạt động tiếp theo trong bước 830.

Tham khảo thêm Fig.9, thể hiện sơ đồ khối của quy trình 900 được lấy làm ví dụ để tạo và sử dụng mặt nạ có *trọng số* liên quan đến hình dạng quan tâm trong hình ảnh được thu thập. Như được thể hiện, hình ảnh 910 được nhập vào mạng nơron 920. Sử

dụng các kỹ thuật được huấn luyện thích hợp, mạng noron 920 xuất ra mặt nạ có trọng số cho hình dạng quan tâm 930. Như được mô tả ở trên, mỗi điểm ảnh được cho điểm dựa trên khả năng nó là một phần của hình dạng quan tâm. Mặt nạ có trọng số 930, cùng với dữ liệu hình ảnh thô 910 sau đó được nhập vào công cụ tìm kiếm mẫu (đối sánh khuôn mẫu) (ví dụ, Cognex SearchMax®, PatMax®, v.v.). Công cụ 940 theo đó xuất ra vị trí của hình dạng quan tâm trong hình ảnh 950 và thông tin điểm số đối sánh bổ sung 960, mà có thể dựa trên dữ liệu có trong mặt nạ có trọng số 930.

Quy trình 900 được mô tả bằng đồ thị trong sơ đồ 1000 của Fig.10. Hình dạng quan tâm được lấy làm ví dụ 1010 được thể hiện dưới dạng cấu trúc hình chữ U với đường viền liên tục. Tuy nhiên, hình ảnh được thu thập liên quan 1012 cung cấp đường viền đứt nét 1014 và hình dạng xen giữa 1016. Ngoài ra, hình dạng hình ảnh quan tâm 1012 được xoay theo một góc trong cảnh so với hướng của hình dạng mong đợi 1010. Các khác biệt dựa trên biến dạng khác giữa hình ảnh được thu thập và hình dạng mong đợi cũng có thể có. Hình dạng của dữ liệu quan tâm 1010 và dữ liệu hình ảnh 1012 được nhập vào mạng noron 1020 như được mô tả ở đây. Kết quả, mặt nạ có trọng số đầu ra 1030 của hình ảnh được biểu diễn dưới dạng một loạt các phân đoạn hình dạng 1040 mà gần đúng với hình dạng cơ sở được quan tâm, và bỏ qua dữ liệu hình dạng xen giữa 1016. Như được thể hiện, các phân đoạn 1040 bao gồm một loạt các điểm ảnh xung quanh với xác suất/khả năng xảy ra cao hơn. Vùng này xấp xỉ đường viền chung của cạnh của hình dạng quan tâm. Biểu diễn 1040 này được đối sánh dễ dàng hơn bằng công cụ tìm kiếm mẫu (đối sánh khuôn mẫu) thông thường, được huấn luyện theo mô hình.

Theo một phương án được lấy làm ví dụ khác, mạng noron có thể được sử dụng để dựng lại và/hoặc dọn dẹp hình dạng quan tâm trong hình ảnh. Như được thể hiện trong quy trình 1100 của Fig.11, mạng noron 1120 nhận dữ liệu hình ảnh được thu thập 1110 và sử dụng sự huấn luyện để xuất ra bản dựng lại của hình dạng quan tâm 1130, trong đó mỗi điểm ảnh được cho điểm bằng khả năng nó thuộc về hình dạng quan tâm (tức là chủ đề huấn luyện của mạng noron). Bản dựng lại sau đó được nhập vào công cụ tìm kiếm mẫu dựa trên mô hình (đối sánh khuôn mẫu) 1140 mà bao gồm khuôn mẫu của hình dạng quan tâm. Công cụ xuất ra vị trí thô của hình dạng quan tâm 1150. Vị trí thô này có thể được sử dụng bởi các quy trình xuôi dòng khi thích hợp và/hoặc có thể được tùy chọn nhập lại vào công cụ tìm kiếm mẫu được huấn luyện theo mô hình 1160 (hoặc

là công cụ tương tự như khối 1140 hoặc công cụ khác). Dữ liệu hình ảnh thô 1110 cũng được cung cấp cho công cụ tìm kiếm mẫu 1160. Đầu ra của công cụ 1160 từ các đầu vào 1110 và 1150 là vị trí tinh 1170 của hình dạng quan tâm trong hình ảnh 1110.

Bằng ví dụ của quy trình 1100, sơ đồ 1200 của Fig.12 thể hiện hai hình dạng đầu vào 1210 và 1212 trong hình ảnh. Mỗi hình dạng chịu sự dựng lại của mạng nơron 1220 và 1222 như được mô tả ở trên. Điều này tạo ra các hình dạng được dựng lại 1230 và 1232 để sử dụng trong dữ liệu hình ảnh được thu thập, tương ứng. Các bản dựng lại theo đó có thể thay thế các hình dạng hiện có, bị bóp méo hoặc không rõ ràng. Do đó, mạng nơron có thể được sử dụng để cung cấp hiệu quả sự dọn dẹp và/hoặc dựng lại của hình dạng không hoàn chỉnh hoặc bị bóp méo trong dữ liệu hình ảnh, mà có thể cho phép dữ liệu đó được sử dụng hiệu quả hơn bằng các hoạt động xuôi dòng – bao gồm tìm kiếm mẫu, sử dụng công cụ tìm kiếm mẫu được mô tả ở trên hoặc một công cụ thích hợp khác. Như được thể hiện, hình dạng có thể được thể hiện dưới dạng hình ảnh nhị phân với các đường ranh giới được định nghĩa rõ ràng mà thích hợp với các đường ranh giới của hình dạng mong đợi/mô hình.

IV. Kết luận

Cần phải rõ ràng rằng hệ thống và phương pháp được mô tả ở trên đề xuất kỹ thuật đáng tin cậy hơn và nhanh hơn để tìm kiếm và đối sánh các mẫu được huấn luyện sử dụng sự kết hợp của ứng dụng đối sánh mẫu truyền thống và bộ phân loại mạng nơron. Cách tiếp cận này cho phép số lượng mẫu được giảm hoặc các mẫu tìm thấy được lọc, sao cho việc đưa ra quyết định của hệ thống và phương pháp về các đối sánh đúng được nâng cao. Hơn nữa, hệ thống và phương pháp được mô tả ở trên cho phép một cách hiệu quả mạng nơron được sử dụng như công cụ dựng lại/dọn dẹp hình dạng được chụp, và/hoặc để loại bỏ các điểm ảnh ít liên quan đến hình dạng quan tâm, do đó giảm thời gian tìm kiếm, cũng như tăng đáng kể cơ hội đồng bộ hóa các hình dạng đúng. Kỹ thuật này đặc biệt hiệu quả khi hình dạng trong hình ảnh bị bóp méo hoặc thiếu các đặc điểm hình dạng.

Những điều đã nói ở trên là mô tả chi tiết về các phương án minh họa của sáng chế. Các sửa đổi và các bổ sung khác nhau có thể được thực hiện mà không rời khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế. Các đặc điểm của mỗi phương án trong số các phương án

khác nhau được mô tả ở trên có thể được kết hợp với các đặc điểm của các phương án được mô tả khác khi thích hợp để cung cấp nhiều sự kết hợp đặc điểm trong các phương án mới liên quan. Hơn nữa, trong khi những điều đã nói ở trên mô tả một số phương án riêng biệt của thiết bị và phương pháp của sáng chế, thì những điều được mô tả ở đây chỉ minh họa cho việc áp dụng các nguyên tắc của sáng chế. Ví dụ, như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “quá trình” và/hoặc “bộ xử lý” nên được hiểu theo nghĩa rộng để bao gồm nhiều loại phần cứng điện tử và/hoặc phần mềm dựa trên các chức năng và các thành phần (và có thể được gọi thay thế là “các mô-đun” hoặc “các phần tử” chức năng). Hơn nữa, quá trình hoặc bộ xử lý được mô tả có thể được kết hợp với các quá trình và/hoặc bộ xử lý khác hoặc được chia thành các quá trình hoặc bộ xử lý con khác nhau. Các quá trình con và/hoặc bộ xử lý con như vậy có thể được kết hợp khác nhau theo các phương án ở đây. Tương tự như vậy, dự tính rõ ràng rằng mọi chức năng, quá trình và/hoặc bộ xử lý ở đây đều có thể được thực hiện sử dụng phần cứng điện tử, phần mềm gồm có phương tiện đọc được bằng máy tính không tạm thời của các lệnh chương trình, hoặc sự kết hợp của phần cứng và phần mềm. Ngoài ra, như được sử dụng ở đây các thuật ngữ định hướng và sắp đặt chẳng hạn như “dọc”, “ngang”, “lên trên”, “xuống dưới”, “dưới cùng”, “trên cùng”, “bên cạnh”, “phía trước”, “phía sau”, “bên trái”, “bên phải”, và tương tự, chỉ được sử dụng như các quy ước tương đối và không phải là các hướng/các cách sắp đặt tuyệt đối đối với không gian tọa độ cố định, chẳng hạn như hướng tác dụng của trọng lực. Ngoài ra, khi thuật ngữ “về cơ bản” hoặc “một cách xấp xỉ” được sử dụng đối với phép đo, giá trị hoặc đặc tính được đưa ra, nó đề cập đến lượng nằm trong phạm vi hoạt động bình thường để đạt được kết quả mong muốn, nhưng gồm một số thay đổi do sai số cố hữu và sai lệch trong các dung sai cho phép của hệ thống (ví dụ, 1-5 phần trăm). Theo đó, mô tả này chỉ được thực hiện bằng ví dụ, và không hạn chế phạm vi của sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh bao gồm:
mạng nơron được huấn luyện để định vị một hoặc nhiều hình dạng ứng viên trong hình ảnh và được sắp xếp để nhận biết xác suất có mặt của một hoặc nhiều hình dạng trong hình ảnh trong hoạt động thời gian chạy và theo đó tạo ra hình ảnh được dựng lại mà trong đó các đặc điểm của mô hình của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên được thay thế trong hình ảnh mà mạng nơron nhận biết sự có mặt của các đặc điểm của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên mà vượt quá ngưỡng xác suất.
2. Hệ thống để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 1, hệ thống này còn bao gồm công cụ tìm kiếm mẫu được huấn luyện sử dụng một hoặc nhiều mô hình liên quan đến một hoặc nhiều hình dạng ứng viên để tìm kiếm một hoặc nhiều hình dạng ứng viên trong (a) mặt nạ có trọng số có các đặc điểm của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên mà vượt quá ngưỡng xác suất hoặc (b) hình ảnh được dựng lại.
3. Hệ thống để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 2 trong đó mạng nơron định nghĩa mặt nạ có trọng số mà trong đó mỗi điểm ảnh có trong đó điểm số liên quan đến sự nhận biết một hoặc nhiều hình dạng.
4. Hệ thống để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 2 trong đó mạng nơron cung cấp dữ liệu về sự hiện diện của loại của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên cho công cụ tìm kiếm mẫu và công cụ tìm kiếm mẫu hạn chế các quá trình đối với những quá trình liên quan đến việc định vị loại.
5. Hệ thống để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 1 trong đó hình ảnh được dựng lại được định nghĩa là hình ảnh nhị phân.
6. Hệ thống để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 1, trong đó mạng nơron bao gồm mạng nơron tích chập (convolutional neural network, CNN).
7. Phương pháp để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh bao gồm các bước:

định vị, bằng mạng noron, một hoặc nhiều hình dạng ứng viên trong hình ảnh và nhận biết xác suất có mặt của một hoặc nhiều hình dạng trong hình ảnh trong hoạt động thời gian chạy; và

tạo ra hình ảnh được dựng lại, trong đó các đặc điểm của mô hình của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên được thay thế trong hình ảnh mà mạng noron nhận biết sự có mặt của các đặc điểm của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên mà vượt quá ngưỡng xác suất.

8. Phương pháp để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước, tìm kiếm, với công cụ tìm kiếm mẫu mà được huấn luyện sử dụng một hoặc nhiều mô hình liên quan đến một hoặc nhiều hình dạng ứng viên, một hoặc nhiều hình dạng ứng viên trong (a) mặt nạ có trọng số có các đặc điểm của một hoặc nhiều hình ảnh ứng viên mà vượt quá ngưỡng xác suất hoặc (b) hình ảnh được dựng lại.

9. Phương pháp để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm, xác định mặt nạ có trọng số với mạng noron sao cho mỗi điểm ảnh có trong đó điểm số liên quan đến sự nhận biết một hoặc nhiều hình dạng.

10. Phương pháp để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm, định nghĩa hình ảnh được dựng lại là hình ảnh nhị phân.

11. Phương pháp để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 10, trong đó phương pháp còn bao gồm, cung cấp dữ liệu từ mạng noron về sự hiện diện của loại của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên cho công cụ tìm kiếm mẫu, và giới hạn các quá trình tìm kiếm mẫu đối với những quá trình liên quan đến định vị loại.

12. Phương pháp để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh theo điểm 7 trong đó mạng noron bao gồm mạng noron tích chập (convolutional neural network, CNN).

13. Phương tiện đọc được bằng máy tính không tạm thời thực thi trên bộ xử lý, và nhận dữ liệu hình ảnh được thu thập bởi cảm biến hình ảnh, để tìm kiếm mẫu trong hình ảnh được thu thập bao gồm:

mạng nơron được huấn luyện để định vị một hoặc nhiều hình dạng ứng viên trong hình ảnh và được sắp xếp để nhận biết xác suất có mặt của một hoặc nhiều hình dạng trong hình ảnh trong hoạt động thời gian chạy và theo đó tạo ra hình ảnh được dựng lại mà trong đó các đặc điểm của mô hình của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên được thay thế trong hình ảnh, và

trong đó mạng nơron nhận biết sự có mặt của các đặc điểm của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên mà vượt quá ngưỡng xác suất.

14. Phương tiện đọc được bằng máy tính theo điểm 13 trong đó hình ảnh được dựng lại định nghĩa hình ảnh nhị phân.

15. Phương tiện đọc được bằng máy tính theo điểm 13 còn bao gồm công cụ tìm kiếm mẫu mà được huấn luyện sử dụng một hoặc nhiều mô hình liên quan đến một hoặc nhiều hình ảnh ứng viên trong (a) mặt nạ có trọng số có các đặc điểm của một hoặc nhiều hình ảnh ứng viên mà vượt quá ngưỡng xác suất hoặc (b) hình ảnh được dựng lại.

16. Phương tiện đọc được bằng máy tính theo điểm 15, trong đó mạng nơron định nghĩa mặt nạ có trọng số trong đó mỗi pixel có trong đó điểm số liên quan đến sự nhận biết một hoặc nhiều hình dạng.

17. Phương tiện đọc được bằng máy tính theo điểm 15 trong đó mạng nơron cung cấp dữ liệu về sự hiện diện của loại của một hoặc nhiều hình dạng ứng viên cho công cụ tìm kiếm mẫu và công cụ tìm kiếm mẫu hạn chế các quá trình đối với những quá trình liên quan đến việc định vị loại.

18. Phương tiện đọc được bằng máy tính theo điểm 13 trong đó mạng nơron bao gồm mạng nơron tích chập (CNN).

1/7

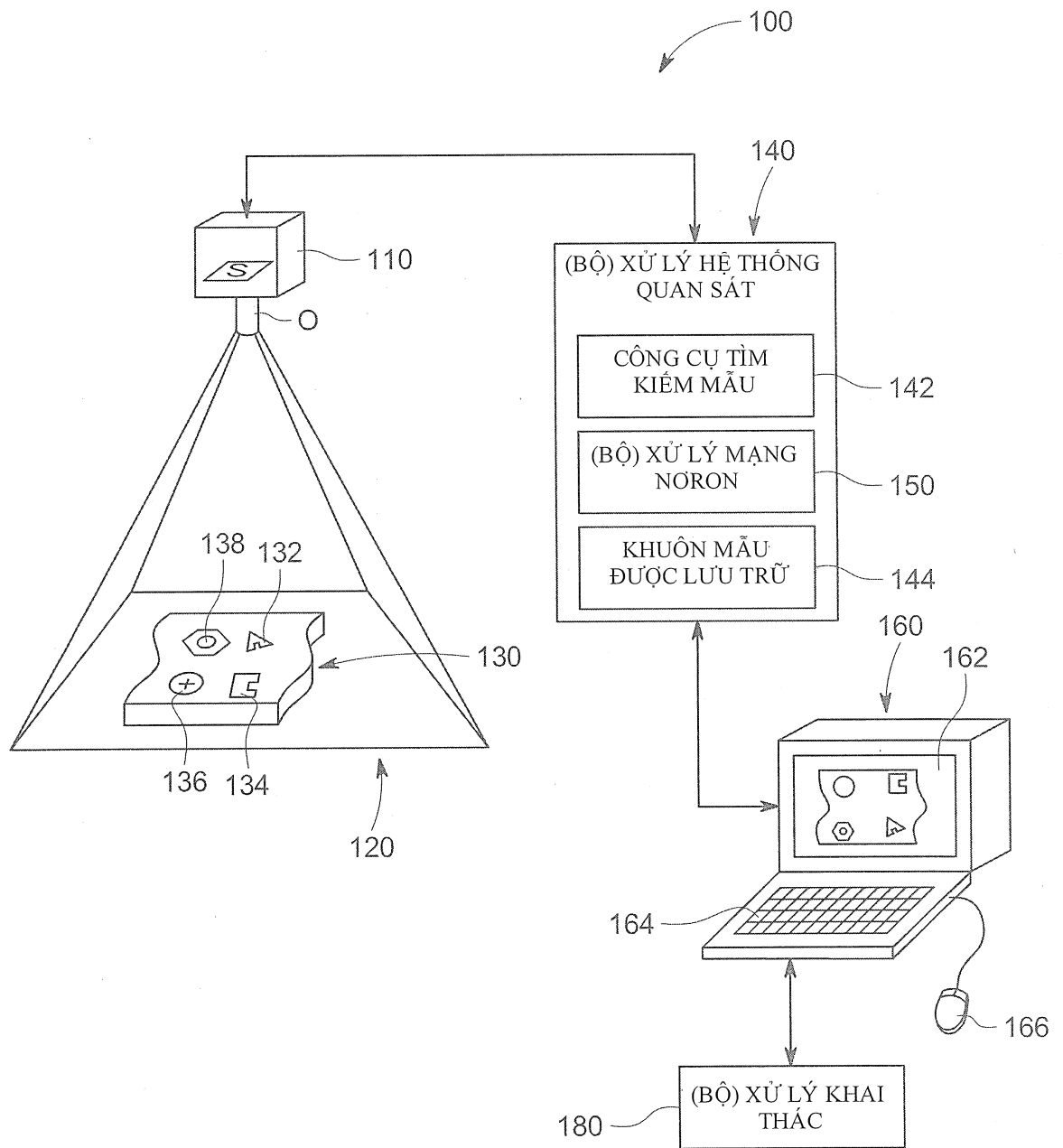


Fig.1

2/7

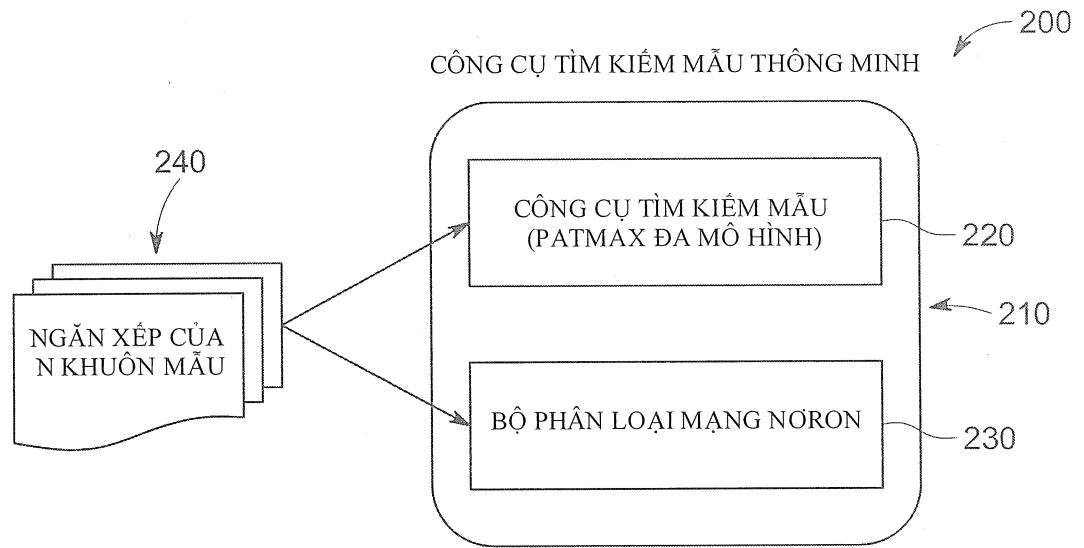


Fig.2

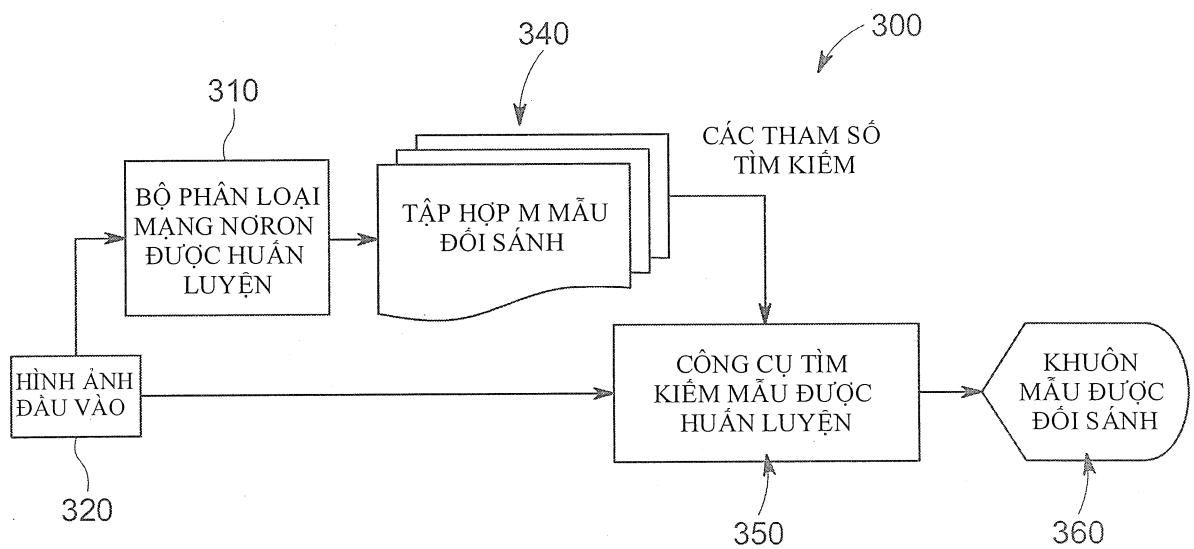


Fig.3

3/7

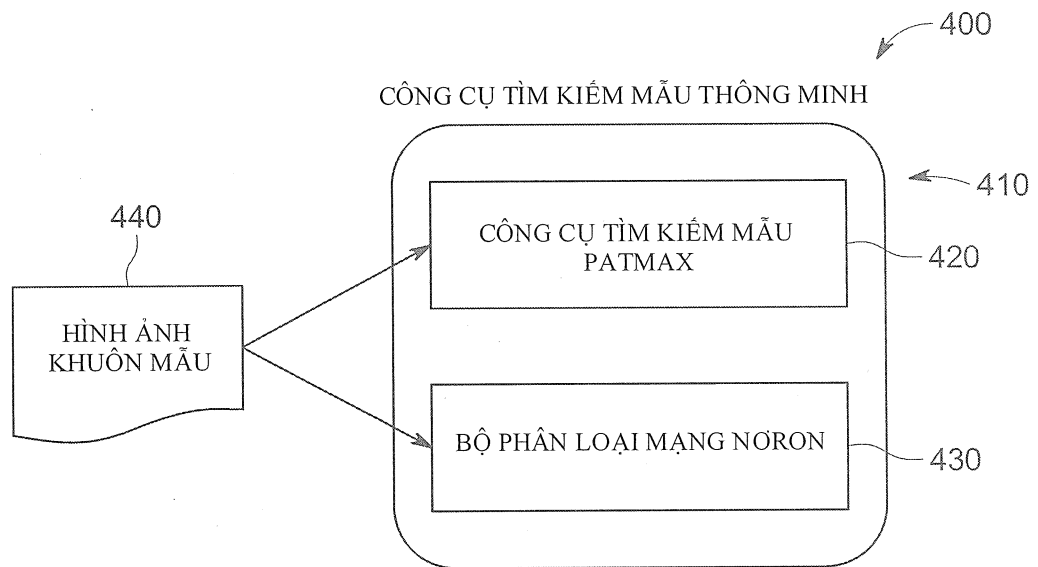


Fig.4

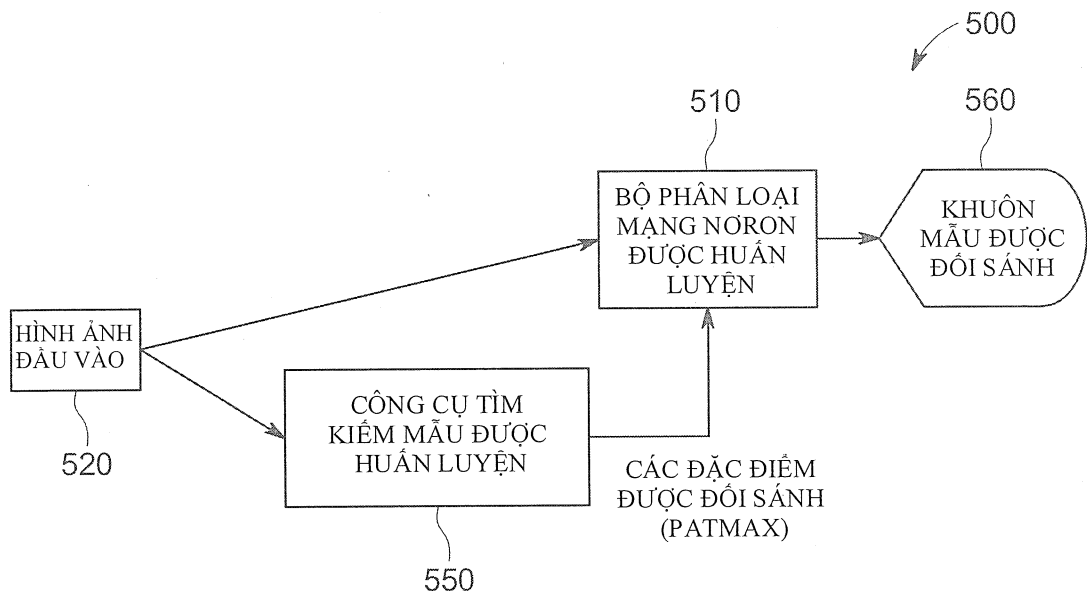


Fig.5

4/7

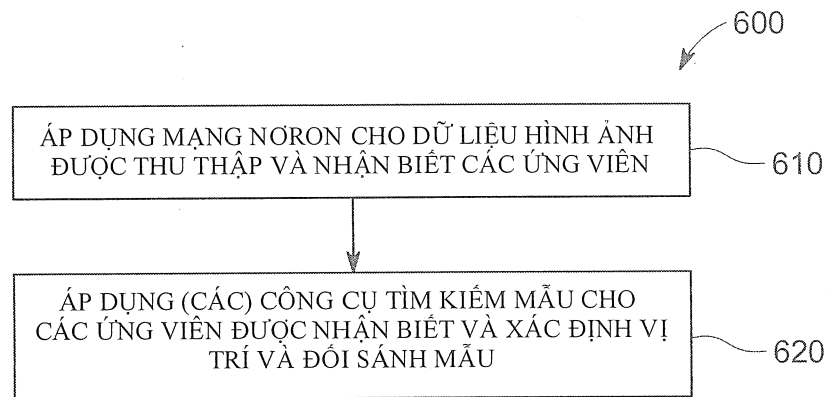


Fig.6

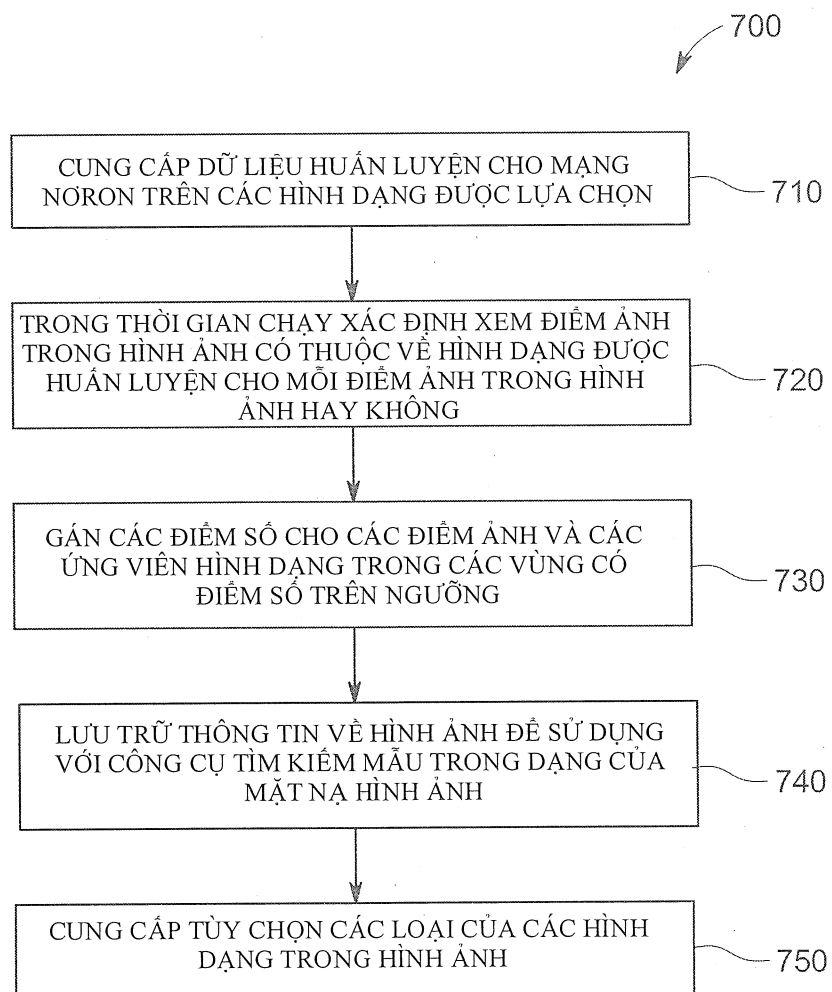


Fig.7

5/7

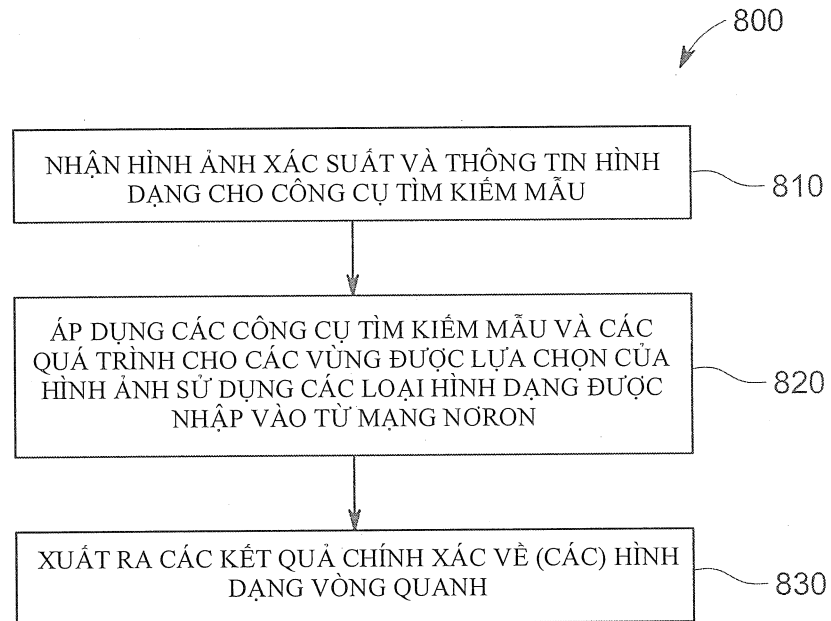
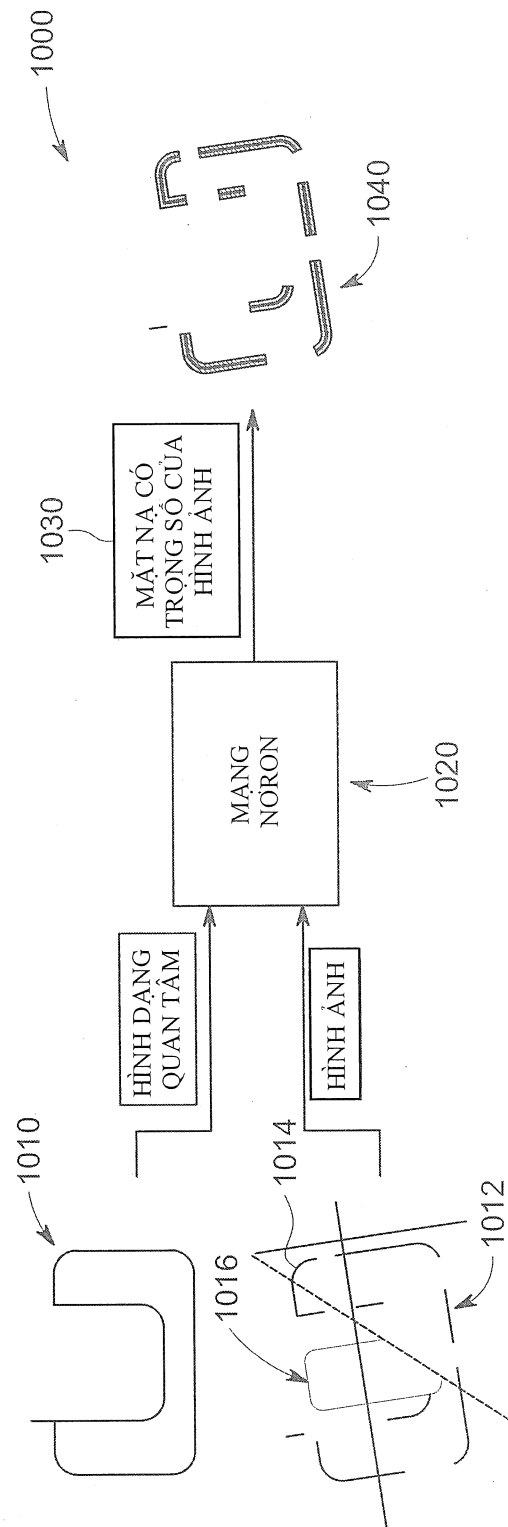
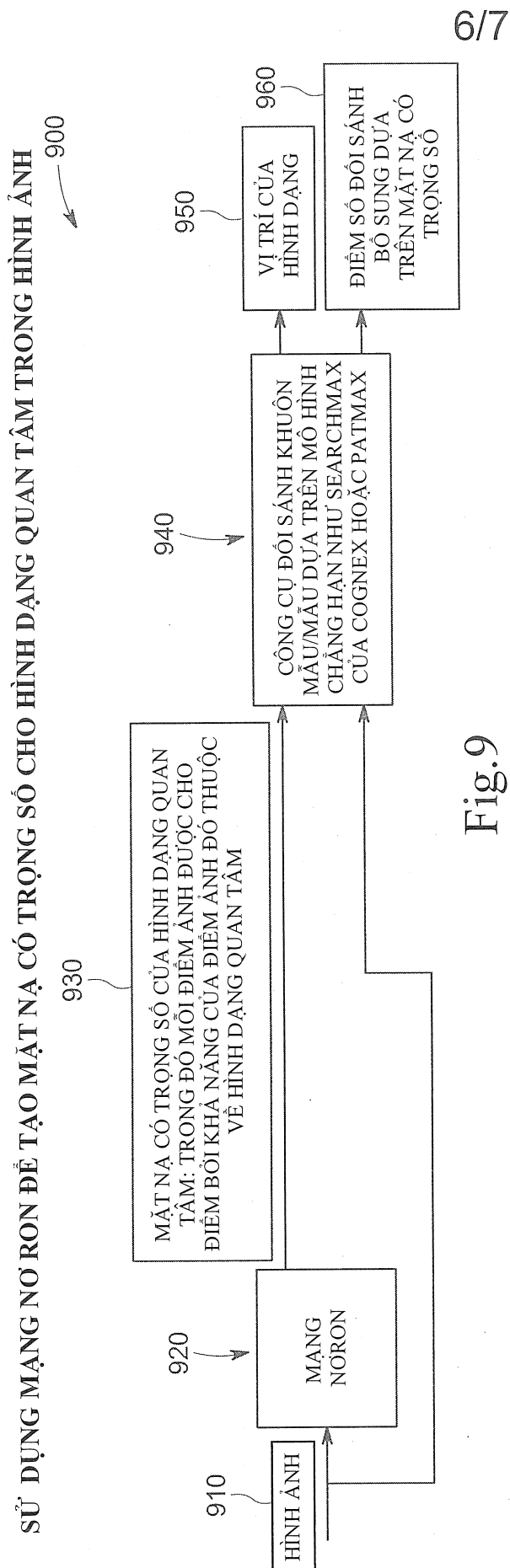


Fig.8



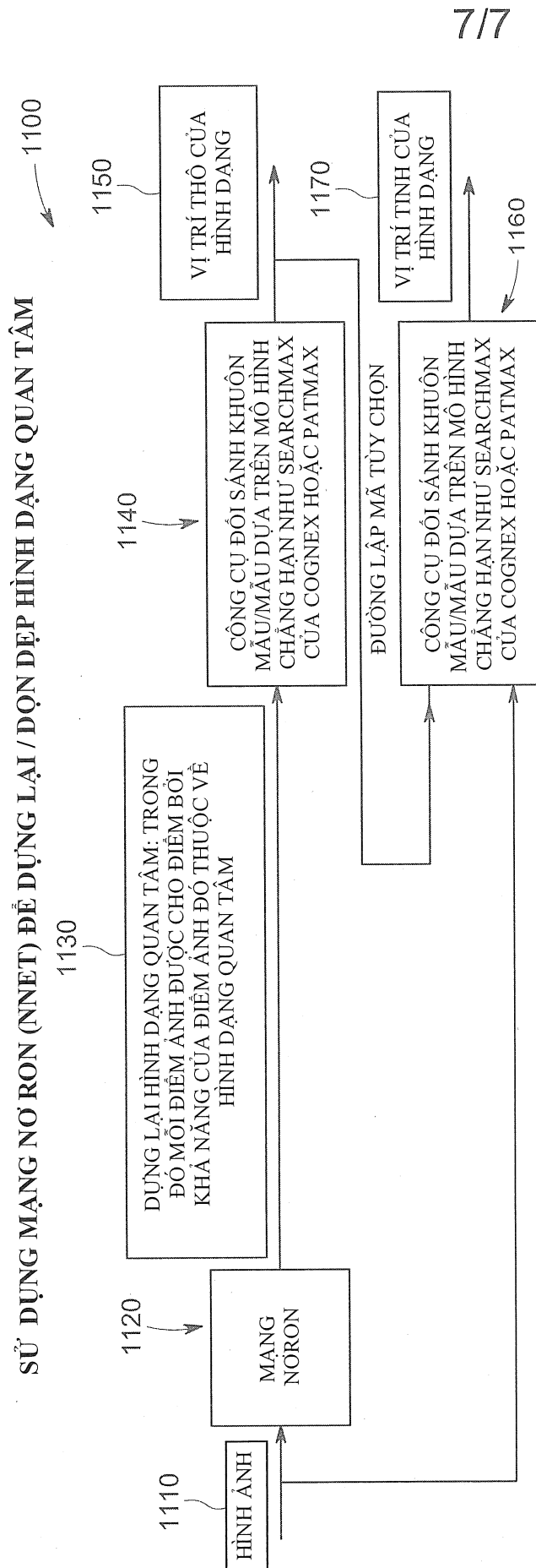


Fig.11

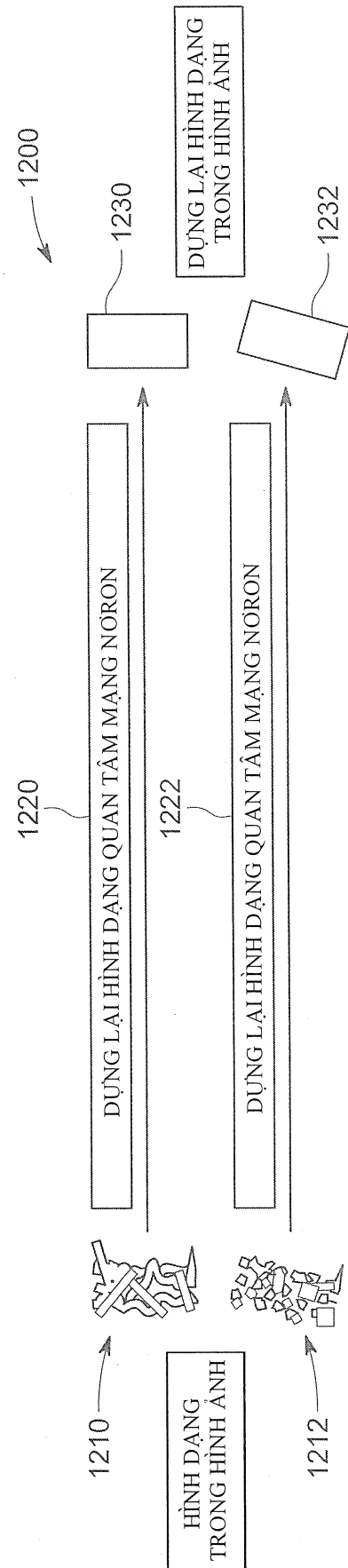


Fig.12