



(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)



1-0034213

(51)⁷ G06K 9/00; G06K 9/62; G06K 9/46

(13) B

(21) 1-2018-01288

(22) 09/09/2016

(86) PCT/US2016/050999 09/09/2016

(87) WO 2017/044782 16/03/2017

(30) 62/217,660 11/09/2015 US

(45) 26/12/2022 417

(43) 27/08/2018 365A

(73) EYEVERIFY INC. (US)

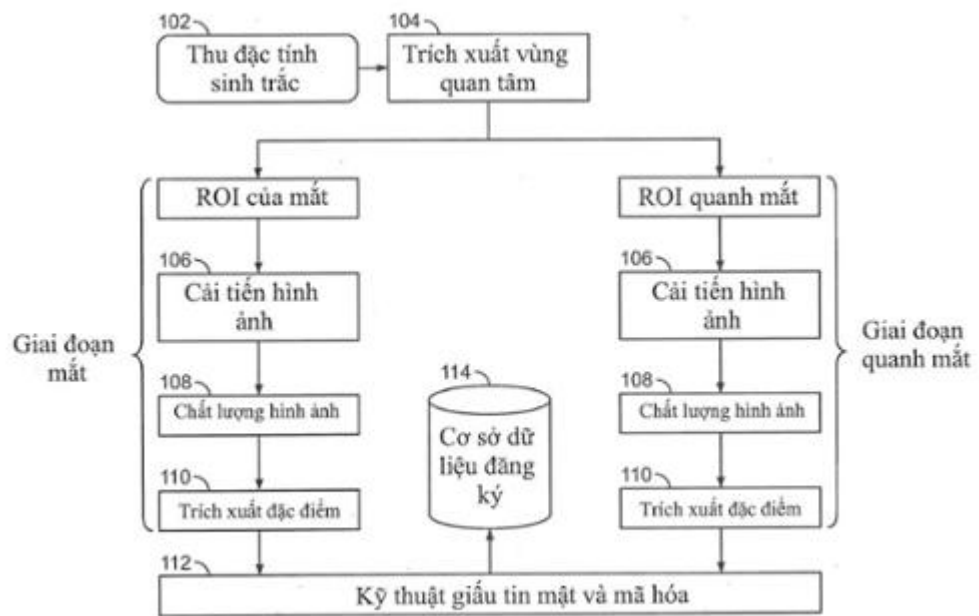
1740 Main Street, Suite 100, Kansas City, MO 64108, United States of America

(72) SARIPALLE, Sashi, K. (IN); GOTTEMUKKULA, Vikas (IN); DERAKHSHANI, Reza, R. (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG ĐỂ XÁC ĐỊNH SỐ ĐO CHẤT LƯỢNG TRONG XÁC THỰC SINH TRẮC HỌC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống để xác định số đo chất lượng trong xác thực sinh trắc học. Theo một ví dụ, phương pháp này bao gồm các bước nhận hình ảnh của vùng khuôn mặt người sử dụng, vùng khuôn mặt này bao gồm mắt và vùng bao quanh mắt; xác định vùng hình ảnh mắt bao gồm ít nhất một phần của mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt; xác định một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt, mỗi vùng bao gồm ít nhất một phần của vùng quanh mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt; xếp hạng các vùng hình ảnh quanh mắt dựa vào các số đo chất lượng tương ứng được tính toán một cách riêng rẽ cho mỗi trong số các vùng hình ảnh quanh mắt; xác định các điểm quan tâm trong ít nhất một trong số cùng hình ảnh mắt và một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt; tính toán, đối với mỗi điểm quan tâm, giá trị vùng cho cấu trúc quanh điểm quan tâm; và xác định ít nhất một số đo chất lượng cho ít nhất một phần của hình ảnh của vùng khuôn mặt dựa vào các điểm quan tâm và các giá trị vùng được tính toán tương ứng. Hệ thống bao gồm thiết bị xử lý dữ liệu; và ít nhất một bộ nhớ được kết nối với thiết bị xử lý dữ liệu có các lệnh được lưu tại đó, các lệnh này khi được thực thi bởi thiết bị xử lý dữ liệu, làm cho thiết bị xử lý dữ liệu thực hiện phương pháp nêu trên.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc xác thực sinh trắc học và, cụ thể hơn đề cập đến hệ thống và phương pháp để nâng cao chất lượng hình ảnh, số đo chất lượng, trích xuất đặc điểm và kết hợp thông tin cho nhiều vùng (từ vùng dưới mắt tới khuôn mặt) hoặc các hệ thống sinh trắc dựa vào hình ảnh khác.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống sinh trắc có thể được sử dụng để xác thực căn cước của cá nhân để hoặc cấp phép hoặc từ chối truy cập tài nguyên. Ví dụ, máy quét hình ảnh có thể được sử dụng bởi hệ thống bảo mật sinh trắc để nhận dạng cá nhân dựa vào cấu trúc duy nhất trên khuôn mặt của cá nhân, ví dụ, trong mắt của người đó và các vùng xung quanh đó. Dữ liệu sinh trắc thu được từ cá nhân, như dữ liệu thu được trong quá trình đăng ký, có thể được lưu trữ làm cơ sở được sử dụng để xác minh căn cước của cá nhân tại thời điểm sau. Tuy nhiên, kỹ thuật quét sinh trắc có thể hưởng lợi từ các kỹ thuật cải tiến trong việc sử dụng các đặc điểm quanh mắt thay vì hoặc ngoài các đặc điểm thuộc mắt để đăng ký và xác minh.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp liên quan đến các kỹ thuật có thể áp dụng cho các vùng mắt - mạch máu, vùng xung quanh mắt, và vùng khuôn mặt. Theo một khía cạnh, phương pháp được thực hiện bởi máy tính bao gồm các bước: nhận hình ảnh của vùng khuôn mặt của người sử dụng, vùng khuôn mặt bao gồm mắt và vùng quanh mắt; xử lý hình ảnh để xác định vùng hình ảnh thuộc mắt bao gồm ít nhất một phần của mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt; xác định các vùng hình ảnh xung quanh mắt mà mỗi vùng bao gồm ít nhất một phần của vùng bao quanh mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt, trong đó các vùng quanh mắt được xác định dựa vào kích thước của vùng mắt được xác định; tính toán một hoặc nhiều hệ số tương hợp sinh trắc dựa vào vùng hình ảnh của mắt và ít nhất một trong số các vùng quanh

mắt; và chỉ định hình ảnh của vùng khuôn mặt là thực hoặc không thực dựa vào một hoặc nhiều hệ số tương hợp sinh trắc.

Theo một ứng dụng, nhiều vùng hình ảnh quanh mắt bao gồm ít nhất bốn vùng hình ảnh quanh mắt. Ít nhất bốn vùng hình ảnh quanh mắt có thể bao gồm vùng hình ảnh quanh mắt nằm bên dưới vùng hình ảnh của mắt, vùng hình ảnh quanh mắt nằm bên phải vùng hình ảnh của mắt, vùng hình ảnh quanh mắt nằm bên trái vùng hình ảnh của mắt, và vùng hình ảnh quanh mắt nằm trên vùng hình ảnh của mắt.

Bước xác định các vùng hình ảnh quanh mắt có thể bao gồm việc xác định vùng hình ảnh quanh mắt nằm bên dưới vùng hình ảnh của mắt, vùng hình ảnh quanh mắt có chiều rộng bên dưới gần như bằng với chiều rộng của vùng hình ảnh của mắt và chiều cao nằm trong khoảng từ 10% đến 300% chiều cao của vùng hình ảnh của mắt. Bước xác định các vùng hình ảnh quanh mắt cũng có thể bao gồm việc xác định vùng hình ảnh quanh mắt bên phải nằm bên dưới vùng hình ảnh của mắt, vùng hình ảnh quanh mắt bên phải có chiều rộng nằm trong khoảng từ 10% đến 80% chiều rộng của vùng hình ảnh của mắt và chiều cao nằm trong khoảng từ 120% đến 550% chiều cao của vùng hình ảnh của mắt. Bước xác định các vùng hình ảnh quanh mắt còn có thể bao gồm việc xác định vùng hình ảnh quanh mắt bên trái nằm bên trái vùng hình ảnh của mắt, vùng hình ảnh quanh mắt bên trái có chiều rộng nằm trong khoảng từ 10% đến 50% chiều rộng của vùng hình ảnh của mắt và chiều cao nằm trong khoảng từ 120% đến 550% chiều cao của vùng hình ảnh của mắt. Bước xác định các vùng hình ảnh quanh mắt cũng có thể bao gồm việc xác định vùng hình ảnh quanh mắt nằm bên trên vùng hình ảnh của mắt, vùng hình ảnh quanh mắt bên trên có chiều rộng gần như bằng với chiều rộng của vùng hình ảnh của mắt và chiều cao nằm trong khoảng từ 10% đến 150% chiều cao của vùng hình ảnh của mắt.

Theo một ứng dụng khác, bước tính toán một hoặc nhiều hệ số tương hợp sinh trắc dựa vào vùng hình ảnh của mắt và mẫu đăng ký của mắt, và đáp lại việc xác định rằng hệ số tương hợp sinh trắc thứ nhất không đáp ứng ngưỡng thích hợp thứ nhất, tính toán hệ số tương hợp sinh trắc thứ hai dựa vào vùng hình ảnh của mắt, vùng hình ảnh quanh mắt thứ nhất trong số các vùng hình ảnh quanh mắt, mẫu đăng ký của mắt, và mẫu đăng ký quanh mắt. Bước tính toán hệ số tương hợp sinh trắc có thể còn bao

gồm, đáp lại việc xác định rằng hệ số tương hợp sinh trắc thứ hai không đáp ứng ngưỡng tương hợp thứ hai, tính toán một hoặc nhiều hệ số tương hợp sinh trắc khác bằng cách đưa vào theo cách lặp lại các vùng bổ sung trong số các vùng hình ảnh quanh mắt trong việc tính toán các hệ số tương hợp sinh trắc khác cho đến khi hoặc hệ số tương hợp sinh trắc thêm cụ thể phù hợp với ngưỡng tương hợp tương ứng hoặc không có vùng hình ảnh quanh mắt nào khả dụng để đưa vào. Nhiều vùng quanh mắt có thể được xếp hạng dựa ít nhất vào năng lực và/hoặc chất lượng rõ ràng, và các vùng hình ảnh quanh mắt bổ sung có thể được đưa vào theo cách lặp lại dựa vào thứ hạng tương ứng của các vùng hình ảnh quanh mắt bổ sung. Một hoặc nhiều trong số các vùng hình ảnh quanh mắt có thể được phân chia thành các vùng con dựa vào một hoặc nhiều đặc điểm khuôn mặt bắt nguồn từ các vùng hình ảnh quanh mắt, và các vùng hình ảnh quanh mắt bổ sung có thể được đưa vào theo cách lặp lại dựa vào mức độ quan trọng của cụm hoặc thứ hạng tương ứng của các vùng hình ảnh quanh mắt bổ sung.

Theo một ứng dụng khác, bước tính toán một hoặc nhiều hệ số tương hợp sinh trắc bao gồm: xác định tập hợp các cặp điểm tương hợp thứ nhất dựa vào vùng hình ảnh của mắt và mẫu đăng ký; và xác định tập hợp các cặp điểm tương hợp thứ hai dựa vào ít nhất một trong số các vùng hình ảnh quanh mắt và mẫu đăng ký. Bước tính toán hệ số tương hợp sinh trắc có thể còn bao gồm: xác định một hoặc nhiều điểm tương hợp dữ liệu không nhiều bằng cách nhập kết hợp của tập hợp các cặp điểm tương hợp thứ nhất và thứ hai vào một thuật toán phát hiện dữ liệu nhiều; xác định rằng nhiều điểm tương hợp chuẩn tương ứng với vùng hình ảnh của mắt phù hợp với lần đếm dữ liệu không nhiều tối thiểu của mắt; và tính toán hệ số tương hợp sinh trắc nhất định dựa ít nhất một phần vào các điểm tương hợp dữ liệu không nhiều. Số lần đếm dữ liệu tối thiểu của mắt có thể bằng 3.

Theo một ứng dụng khác, bước tính toán một hoặc nhiều hệ số tương hợp sinh trắc còn bao gồm: xác định một hoặc nhiều điểm tương hợp dữ liệu không nhiều thứ nhất bằng cách nhập tập hợp cặp điểm tương hợp thứ nhất vào thuật toán phát hiện dữ liệu nhiều; xác định một hoặc nhiều điểm tương hợp dữ liệu không nhiều bằng cách nhập tập hợp cặp điểm tương hợp thứ hai vào thuật toán phát hiện dữ liệu nhiều; và

tính toán hệ số tương hợp sinh trắc cụ thể dựa ít nhất một phần vào đầu ra của thuật toán phát hiện dữ liệu nhiễu sử dụng tổ hợp của cặp điểm tương hợp dữ liệu không nhiễu thứ nhất và thứ hai làm đầu vào. Bước tính toán một hoặc nhiều hệ số tương hợp sinh trắc có thể còn bao gồm việc xác định rằng số điểm tương hợp dữ liệu không nhiễu, thu được từ đầu ra của thuật toán phát hiện dữ liệu nhiễu, tương ứng với vùng hình ảnh của mắt phù hợp với số lần đếm dữ liệu không nhiễu của mắt tối thiểu. Số lần đếm dữ liệu tối thiểu của mắt có thể bằng 3.

Theo một khía cạnh, phương pháp được thực hiện bởi máy tính bao gồm các bước: nhận hình ảnh của vùng khuôn mặt người sử dụng, vùng khuôn mặt này bao gồm mắt và vùng bao quanh mắt; xử lý hình ảnh để: (i) xác định vùng hình ảnh của mắt bao gồm ít nhất một phần của mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt và (ii) xác định một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt mỗi vùng bao gồm ít nhất một phần của vùng bao quanh mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt; xác định các điểm quan tâm trong ít nhất một trong số vùng hình ảnh của mắt và một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt; tạo, cho mỗi điểm quan tâm, mô tả đặc điểm dựa vào tổ hợp của các mô tả đặc điểm dạng biểu đồ mẫu; và lưu trữ mô tả đặc điểm được tạo ra trong mẫu sinh trắc.

Theo một ứng dụng, bước xử lý hình ảnh bao gồm việc nâng cao chất lượng ít nhất một phần hình ảnh sử dụng mô hình độ dốc Gabor cục bộ (LGGP) Việc nâng cao chất lượng của ít nhất một phần của hình ảnh sử dụng LGGP có thể bao gồm: tính toán, tại ít nhất một góc trong số các góc, hình ảnh pha Gabor đối với ít nhất một phần của hình ảnh; kết hợp các hình ảnh pha Gabor được tính toán để tạo ra hình ảnh pha Gabor được kết hợp; tính toán, tại mỗi góc trong số các góc, độ dốc cục bộ của hình ảnh pha Gabor được kết hợp; và duy trì giá trị tối đa của mỗi độ dốc cục bộ để tạo hình ảnh được tăng cường chất lượng.

Thông tin biểu đồ đặc điểm được tạo mẫu cụ thể có thể bao gồm biểu đồ của các mẫu nhị phân cục bộ đa bán kính mở rộng được tạo mẫu (PH-EMR-LBP), biểu đồ mẫu nhị phân cục bộ đối xứng trung tâm đa bán kính mở rộng được tạo mẫu (PH-EMR-CSLBP), hoặc mẫu tam phân cục bộ đa bán kính mở rộng (PH-EMR-LTP). Bước tạo thông tin đặc điểm cho điểm quan tâm cụ thể có thể bao gồm bước tạo thông

tin đặc điểm PH-EMR-LBP bằng cách: xác định vùng hình ảnh bao gồm điểm quan tâm cụ thể; tính toán các mã mẫu nhị phân cục bộ (LBP) cho mỗi điểm ảnh trong vùng điểm ảnh để tạo hình ảnh LBP đa bán kính (MR-LBP); phân chia hình ảnh MR-LBP thành nhiều vùng phụ; tạo ra các biểu đồ bao gồm các tần số của mỗi vị trí bit MR-LBP trong mỗi vùng phụ; và kết hợp các biểu đồ này để tạo ra mô tả đặc điểm PH-EMR-LBP. Bước tạo thông tin đặc điểm cho điểm quan tâm cụ thể có thể bao gồm bước tạo thông tin đặc điểm PH-EMR-CSLBP bằng cách: xác định vùng hình ảnh bao gồm điểm quan tâm cụ thể; tính toán các mã mẫu nhị phân cục bộ đối xứng (CSLBP) cho mỗi điểm ảnh trong vùng điểm ảnh để tạo hình ảnh CSLBP đa bán kính (MR-CSLBP); phân chia hình ảnh MR-LBP thành nhiều vùng phụ; tạo ra các biểu đồ bao gồm các tần số của mỗi vị trí bit MR-CSLBP trong mỗi vùng phụ; và kết hợp các biểu đồ này để tạo ra mô tả đặc điểm PH-EMR-CSLBP. Bước tạo thông tin đặc điểm cho điểm quan tâm cụ thể có thể bao gồm bước tạo thông tin đặc điểm PH-EMR-LTP bằng cách: xác định vùng hình ảnh bao gồm điểm quan tâm cụ thể; tính toán các mã mẫu tam phân cục bộ (LTP) cho mỗi điểm ảnh trong vùng điểm ảnh để tạo hình ảnh LTP đa bán kính (MR-LTP); phân chia hình ảnh MR-LBP thành nhiều vùng phụ; tạo ra các biểu đồ bao gồm các tần số của mỗi vị trí bit MR-LBP trong mỗi vùng phụ; và kết hợp các biểu đồ này để tạo ra mô tả đặc điểm PH-EMR-LTP.

Theo một ứng dụng khác, bước tạo thông tin đặc điểm cho điểm quan tâm cụ thể bao gồm: tính toán thông tin đặc điểm PH-EMR-LBP, mô tả đặc điểm PH-EMR-CS-LBP, và mô tả đặc điểm PH-EMR-LTP cho điểm quan tâm cụ thể; và kết hợp mô tả đặc điểm H-EMR-LBP, mô tả đặc điểm PH-EMR-CS-LBP, và mô tả đặc điểm PH-EMR-LTP để tạo thành mô tả đặc điểm hỗn hợp. Bước tạo mô tả đặc điểm cho điểm quan tâm cụ thể có thể còn bao gồm việc áp dụng phân tích phương sai đối với mô tả đặc điểm được kết hợp để tạo ra mô tả đặc điểm cao nhất bao gồm tập con của các đặc điểm từ mô tả đặc điểm được kết hợp. Bước tạo thông tin đặc điểm cho điểm quan tâm cụ thể có thể còn bao gồm việc thực hiện giảm kích thước thông tin đặc điểm cao nhất để tạo thành mô tả đặc điểm cho điểm quan tâm cụ thể.

Vẫn theo một phương án khác, trong bước tạo mô tả đặc điểm biểu đồ được tạo mẫu cụ thể, mẫu nhị phân cục bộ hoặc mô tả đặc điểm của mẫu tam phân cục bộ được

tính toán sử dụng vùng lân cận được xác định bởi vùng lân cận được xác định bằng cách tạo hình vuông hoặc không có góc.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp được thực hiện bởi máy tính bao gồm các bước: nhận hình ảnh của vùng khuôn mặt của người sử dụng, vùng khuôn mặt bao gồm mắt và vùng quanh mắt; xác định vùng hình ảnh của mắt bao gồm ít nhất một phần của mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt; xác định một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt mỗi vùng bao gồm ít nhất một phần của vùng xung quanh mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt; xác định các điểm quan tâm trong ít nhất một trong số vùng hình ảnh của mắt và một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt; tính toán, cho mỗi điểm quan tâm, giá trị vùng của kết cấu bao quanh điểm quan tâm, và xác định ít nhất một số đo chất lượng cho ít nhất một phần của hình ảnh của vùng khuôn mặt dựa vào các điểm quan tâm và giá trị các vùng được tính toán tương ứng.

Theo một ứng dụng, việc tính toán giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể bao gồm: tính toán ít nhất một mẫu nhị phân cục bộ trong vùng liên kết hình vuông (BP) cho điểm quan tâm cụ thể; và tính toán ít nhất một BP cho một hoặc nhiều khoảng dịch từ điểm quan tâm cụ thể. Bước tính giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể có thể còn bao gồm việc thiết lập giá trị vùng cho trung bình của các giá trị vùng được tính cho điểm quan tâm cụ thể và các điểm dịch. Bước tính toán ít nhất một BP cho điểm quan tâm cụ thể có thể bao gồm tính toán các BP, mỗi BP có vùng liên kết khác nhau, cho điểm quan tâm cụ thể, và bước tính toán ít nhất một BP cho các điểm dịch có thể bao gồm việc tính toán các BP, mỗi BP có một vùng liên kết khác nhau, cho mỗi điểm dịch. Bước tính toán các BP cho điểm quan tâm cụ thể hoặc điểm dịch có thể bao gồm: giảm các BP thành mẫu nhị phân nhiều (NBP); và tạo mẫu nhị phân tổng quát (genBP) từ NBP. Bước tính toán các BP cho điểm quan tâm cụ thể hoặc điểm dịch còn bao gồm: tạo mẫu được tạo trọng số H từ genBP; và tính toán giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể hoặc điểm dịch khi:

$$\frac{(L * \sum H)}{144}$$

L bao gồm độ dài tối đa của các zero liên tục trong genBP. Các điểm dịch có thể bao gồm các vị trí điểm ảnh được dịch đồng đều theo các hướng khác nhau từ

điểm quan tâm cụ thể.

Theo một ứng dụng khác, bước xác định số đo chất lượng bao gồm: bước tạo danh sách thứ tự các điểm quan tâm dựa vào các giá trị vùng tương ứng của điểm quan tâm; và tính toán các khoảng cách giữa các điểm liên tiếp của danh sách thứ tự. Bước xác định số đo chất lượng có thể còn bao gồm việc tính toán số đo chất lượng khi:

$$\sum_{n=1}^p s_n * sw_n * dw_n$$

khi p bao gồm nhiều điểm quan tâm, s_n bao gồm giá trị vùng được tính toán cho điểm quan tâm n , sw_n bao gồm chỉ số điểm quan tâm được đánh trọng số n , và dw_n bao gồm trọng số cho khoảng cách tương ứng với điểm n trong danh sách thứ tự.

Theo một ứng dụng khác, ít nhất một phần của hình ảnh vùng khuôn mặt bao gồm vùng mắt hoặc ít nhất một trong số các vùng quanh mắt. Phương pháp này còn bao gồm bước xếp hạng các vùng hình ảnh quanh mắt dựa vào các số đo chất lượng tương ứng được tính toán một cách riêng rẽ cho mỗi trong số các vùng hình ảnh quanh mắt. Phương pháp này còn bao gồm bước xếp hạng các vùng hình ảnh quanh mắt dựa vào ít nhất một trong số khả năng phân biệt tương ứng của mỗi vùng hình ảnh quanh mắt. Phương pháp này còn bao gồm việc sử dụng các vùng hình ảnh quanh mắt trong bộ tương hợp sinh trắc tiên tiến dựa ít nhất một phần vào thứ hạng số đo chất lượng và/hoặc khả năng phân biệt tương ứng của các vùng hình ảnh quanh mắt.

Theo một ứng dụng khác, phương pháp này còn bao gồm bước: xác định rằng khác biệt về số đo chất lượng giữa vùng thứ nhất trong số các vùng hình ảnh của mắt hoặc quanh mắt và vùng còn lại trong số các vùng hình ảnh thuộc mắt hoặc quanh mắt vượt quá ngưỡng; và chỉ ra khả năng hiện diện của việc giả mạo dựa vào khác biệt được xác định trong số đo chất lượng được tính toán.

Các khía cạnh khác của sáng chế bao gồm các hệ thống tương ứng và vật ghi đọc được bằng máy tính không khả biến. Chi tiết về một hoặc nhiều ứng dụng của đối tượng được mô tả trong phần mô tả này được nêu trong hình vẽ kèm theo và phần mô

tả sau đây. Các dấu hiệu, khía cạnh và lợi thế của đối tượng được mô tả ở đây sẽ được nêu rõ trong phần mô tả, hình vẽ và yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trong các hình vẽ, các ký tự tham chiếu giống nhau đề cập tới các phần giống nhau qua các góc nhìn khác nhau. Ngoài ra, các hình vẽ không nhất thiết phải theo tỉ lệ, phóng đại mà nói chung chỉ để minh họa các nguyên tắc của các ứng dụng. Trong phần mô tả sau đây, nhiều ứng dụng được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ sau đây, trong đó:

Fig.1 minh họa phương pháp làm ví dụ để tạo mẫu đăng ký của mắt và quanh mắt, theo một ứng dụng.

Fig.2A và 2B minh họa phương pháp xác định các vùng của mắt và quanh mắt, và các hình ảnh khuôn mặt tương ứng, theo một ứng dụng.

Fig.3 minh họa một ví dụ về mẫu nhị phân cục bộ biến đổi (genBP) theo một ứng dụng.

Fig.4 minh họa kỹ thuật làm ví dụ để tương hợp sinh trắc tiên tiến với pha đăng ký và xác minh, theo một ứng dụng.

Fig.5 minh họa hệ thống ví dụ để thực hiện quét và phân tích sinh trắc theo một ứng dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần lòng trắng của mắt bao gồm mẫu phức (hầu hết là do cấu trúc mạch máu), không chỉ không trực quan và không thể quét, mà cũng duy nhất đối với mỗi cá nhân. Trong một số trường hợp, các sắp xếp phi mạch máu khác cũng có thể khả dụng và có thể được xem xét bởi thuật toán tương hợp sinh trắc. Do đó, các cấu trúc trực quan này được nhìn thấy trên phần lòng trắng của mắt, hầu hết là do hệ mạch máu của màng kết và thượng củng mạc, có thể được quét và có thể được sử dụng làm sinh trắc. Sinh trắc loại này có thể được sử dụng để xác thực cá nhân cụ thể hoặc nhận dạng cá nhân lạ trong một tập hợp ứng viên lớn hơn. Các ứng dụng của giải pháp để chụp ảnh và tương hợp mẫu các mạch máu trong phần lòng trắng của mắt và phát hiện điểm

mạch máu, trích xuất và tương hợp đặc điểm được mô tả, ví dụ, trong patent US số 8,369,595, cấp ngày 5/2/2013 có tên sáng chế “Texture Features for Biometric Authentication,” và patent US số 9,390,327, cấp ngày 12/7/2016 có tên sáng chế là “Feature Extraction and Matching for Biometric Authentication”, mà toàn bộ nội dung được đưa vào đây để tham khảo. Để bổ sung hiệu quả cho các kỹ thuật xác minh sinh trắc này và các kỹ thuật khác, các phương pháp được mô tả ở đây từng bước đưa các cấu trúc mạch máu không thuộc mắt bên ngoài phần lòng trắng của mắt, như vùng quanh mắt hoặc một phần hoặc thậm chí toàn bộ khuôn mặt hoặc các mẫu có thể nhìn trực quan khác, vào biểu đồ tương hợp sinh trắc mắt - mạch máu nếu, ví dụ, thông tin bổ sung cần thiết để tạo ra phân tích chính xác hơn.

Các đặc điểm của mắt là những đặc điểm xuất hiện từ các mẫu được nhìn thấy từ bên ngoài rìa giác mạc và bao quanh bởi mí mắt, hầu hết là do mẫu mạch máu được nhìn thấy trên phần lòng trắng của mắt. Từ đây, các đặc điểm này thay thế cho nhau đề cập đến hoặc mắt hoặc mạch máu của mắt. Phần lòng trắng của mắt có nhiều lớp. Màng cứng là lớp bảo vệ xơ, đục của mắt bao gồm sợi collagen và đàn hồi. Màng cứng được che bởi thượng củng mạc, mô mà có số lượng lớn mạch máu và tĩnh mạch chạy xuyên qua và chạy trên nó. Thượng củng mạc được che bởi màng kết thuộc hành, là một màng trong mỏng tiếp xúc với mí mắt hoặc môi trường khi mí mắt mở, cũng bao gồm các cấu trúc giàu mạch máu và duy nhất. Mạch máu chạy xuyên qua tất cả các lớp này của phần lòng trắng của mắt và có thể được phát hiện trong các hình ảnh của mắt. Mắt cũng có thể bao gồm lông mi và thỉnh thoảng mí mắt rủ xuống mà đôi khi có thể làm mờ nhiều phần của phần lòng trắng của mắt trong hình ảnh.

Vùng quanh mắt là vùng trung gian của khuôn mặt bao quanh mắt (bên ngoài và trong một số trường hợp, tiếp giáp các mép của mí mắt), có cấu trúc và có thể được sử dụng cho các ứng dụng sinh trắc. Vùng quanh mắt có thể bao gồm một hoặc nhiều vùng có thể, nhưng không nhất thiết tiếp giáp nhau, và có thể đa dạng về hình dạng và kích thước. Trong khi vùng quanh mắt không có đường biên cứng, việc tiêu chuẩn hóa vùng quan tâm có thể tối thiểu vấn đề đăng ký, còn cải thiện độ chính xác của hệ thống sinh trắc. Việc tiêu chuẩn hóa này có thể đạt được sử dụng giá trị đo được nhất định từ khuôn mặt người sử dụng, như khoảng cách giữa các góc mắt, bán kính móng

mắt, khoảng cách giữa các mắt và/hoặc chiều rộng hoặc độ cao của hình ảnh mắt cắt thu được (khi sử dụng các thuật toán phát hiện mắt). Trong khi xác thực người sử dụng, một hoặc nhiều hình ảnh số của mắt người sử dụng và vùng quanh mắt được chụp, một hoặc nhiều mẫu xác minh được tạo ra từ hình ảnh hoặc các hình ảnh được chụp, và nhận dạng của người sử dụng có thể được xác minh bằng cách tương hợp các cấu trúc mắt và cấu trúc quanh mắt tương ứng như được biểu diễn trong mẫu đăng ký và xác minh.

Theo các ứng dụng khác, các vùng bổ sung của khuôn mặt mở rộng khỏi vùng quanh mắt có thể được sử dụng ngoài ra hoặc thay vì các vùng bao quanh mắt. Ví dụ, khi các hoạt động biểu lộ mạnh của khuôn mặt được quan sát, một hoặc nhiều vùng trên và/hoặc xung quanh mũi hoặc trên/quanh khuôn mặt có thể được coi là các vùng quanh mắt mở rộng. Theo một ứng dụng, đặc điểm khuôn mặt có thể bổ sung các đặc điểm của mắt cho bộ tương hợp sinh trắc dựa vào mắt. Theo một ứng dụng khác, các đặc điểm của mắt được sử dụng bởi bộ tương hợp sinh trắc dựa vào mắt được bổ sung bởi cả các đặc điểm quanh mắt và đặc điểm khuôn mặt mở rộng. Theo các ứng dụng khác, toàn bộ khuôn mặt có thể được sử dụng ngoài ra hoặc thay vì các vùng bao quanh mắt. Khuôn mặt có thể bổ sung các đặc điểm của mắt cho bộ tương hợp sinh trắc dựa vào mắt. Cả hai vùng quanh mắt và vùng khuôn mặt có thể bổ sung các đặc điểm được sử dụng bởi bộ tương hợp sinh trắc dựa vào mắt.

Theo nhiều ứng dụng khác, thông tin khác như màu da của vùng quanh mắt cũng có thể được sử dụng để đo và được sử dụng làm sinh trắc mềm. Màu da có thể được đánh giá sử dụng biểu đồ giá trị cường độ của các dải màu khác nhau của hình ảnh, như các kênh màu đỏ, xanh lá cây, và xanh lục (RGB) được chuẩn hóa. Trong khi xác minh, thông tin biểu đồ của mẫu đăng ký có thể được sử dụng để ngăn quy trình xác minh khi khoảng cách giữa các biểu đồ của các hình ảnh đăng ký và xác minh lớn hơn ngưỡng.

Theo một ứng dụng, màu da có thể được đánh giá bằng công nghệ cụm xác định các màu nổi trội nhất. Theo một ví dụ, các điểm ảnh RGP của vùng quanh mắt được chuyển đổi thành không gian màu của Lab và được tạo cụm thành N lớp. N tối ưu có thể được xác định bởi AIC (Akaike Information Criterion - Tiêu chuẩn thông

tin Akaike) or BIC (Bayesian Information Criterion - Tiêu chuẩn thông tin Bayesian). Tiếp theo, các cụm này được sắp xếp theo thứ tự tăng dần dựa trên việc xuất hiện của chúng và ba cụm xuất hiện nhiều nhất được nhóm cùng với màu da định trước. Màu da gần nhất có thể được xác định với số đo khoảng cách và/hoặc số đo tương quan. Theo một ứng dụng, số đo khoảng cách là khoảng cách O-le, mặc dù các số đo khoảng cách khác được cân nhắc. Tiếp theo, thủ tục xác minh có thể bị dừng lại nếu khoảng cách và/hoặc tương quan giữa hình ảnh đăng ký và hình ảnh xác minh cao hơn ngưỡng. Quy trình tương tự có thể được áp dụng cho các phần hình ảnh có màu khác nhau, như móng mắt.

Fig.1 minh họa phương pháp làm ví dụ để tạo mẫu đăng ký của mắt và quanh mắt. Trong bước 102, một hoặc nhiều hình ảnh của (các) vùng khuôn mặt của người sử dụng được chụp sử dụng bộ cảm biến hình ảnh, ví dụ, camera, mà có thể được kết hợp với thiết bị được truy nhập bởi người sử dụng được xác thực (ví dụ, điện thoại thông minh, đồng hồ thông minh, kính thông minh, máy tính notebook, máy tính bảng, vân vân). Theo minh họa, camera có thể là camera kỹ thuật số, camera ba chiều (3D), bộ cảm biến trường sáng và/hoặc bộ cảm biến hồng ngoại hoặc các bộ cảm biến hình ảnh đơn sắc và/hoặc đa phổ. Các hình ảnh này có thể bao gồm một hoặc nhiều vùng của mắt (các vùng xác định vùng mắt của người sử dụng) và/hoặc một hoặc nhiều vùng quanh mắt, cũng như các vùng khuôn mặt khác, theo một số trường hợp. Các hình ảnh này có thể được chụp hoặc ở chế độ tĩnh hoặc chế độ video hoặc tổ hợp của chúng. Các hình ảnh này có thể được chụp theo nhiều bước sóng. Theo một số ứng dụng, người sử dụng được thông báo (bằng phản hồi trực quan, hoặc phản hồi âm thanh, hoặc phản hồi xúc giác) để di chuyển thiết bị gần hơn/xa hơn để kích hoạt khoảng cách tối ưu để tìm mắt và/hoặc khuôn mặt.

Trong bước 104, vùng quan tâm ban đầu (ROI) được nhận dạng, ví dụ, một hoặc cả hai mắt được bố trí. Thuật toán Viola-Jones hoặc thuật toán học tập tương tự được đào tạo trên các hình ảnh mắt nhìn về phía trước khác nhau có thể được sử dụng cho mục đích này. Theo một ứng dụng khác, các thuật toán Viola-Jones được đào tạo cho các hình ảnh mắt lướt qua có thể được sử dụng. Sau đó, thuật toán theo dõi cái

nhìn, như bộ lọc Haar có thể được sử dụng để lượng tử hóa số lần nhìn để thu được một hoặc nhiều hình ảnh, khi hướng nhìn được chọn được phát hiện.

Khi ROI khởi đầu được khu biệt trên khuôn mặt được biểu diễn trong (các) hình ảnh được chụp, việc tính toán bổ sung có thể được thực hiện để thu được ROI cuối cùng trên hình ảnh. Thông thường, các ROI cuối cùng được cắt để thu RGB và/hoặc các hình ảnh hồng ngoại gần của một hoặc nhiều mắt. Theo đó, như được sử dụng ở đây, "hình ảnh" hoặc "hình ảnh thu được" cũng được coi là hình ảnh được cắt của ROI cuối cùng.

Tham chiếu đến Fig.1, trong các giai đoạn mắt và giai đoạn quanh mắt, một hoặc nhiều hình ảnh được chụp thông thường hoặc nếu không được tăng cường hoặc tự nhiên, có thể là các hình ảnh đăng ký hoặc hình ảnh xác minh, được xử lý sơ bộ trong giai đoạn phụ tăng cường 106 và giai đoạn phụ chất lượng hình ảnh 108, và các đặc điểm từ các hình ảnh được xử lý sơ bộ được trích xuất trong giai đoạn phụ trích xuất đặc điểm 110, để tạo ra một hoặc nhiều hình ảnh mắt cắt và quanh mắt. Các giai đoạn con xử lý sơ bộ 106 và 108 có thể bao gồm các kỹ thuật tăng cường chất lượng hình ảnh như được giải thích sau đây. Giai đoạn phụ trích xuất đặc điểm 110 có thể bao gồm việc phát hiện điểm quan tâm và trích xuất mô tả cục bộ được mô tả chi tiết dưới đây. Các hoạt động được thực hiện trong các giai đoạn phụ 106, 108 và 110 trong các giai đoạn mắt và giai đoạn quanh mắt không cần thiết giống hệt nhau. Ngoài ra, các hoạt động khác nhau do các đặc điểm cụ thể của các vùng của mắt và các vùng quanh mắt cụ thể có thể được sử dụng trong các giai đoạn tương ứng này. Các hình ảnh mắt cắt và/hoặc mẫu quanh mắt đăng ký, trước khi lưu trữ trong cơ sở dữ liệu đăng ký 114, có thể được mã hóa hoặc nếu không thì được bảo vệ tại bước 112.

Các đường biên quanh mắt

Tham chiếu đến Fig.2A và Fig.2B, các vùng quanh mắt có thể được trích xuất sử dụng nhiều phương pháp khác nhau. Khi thu hình ảnh khuôn mặt của người sử dụng (bước 200), một hoặc nhiều vùng của mắt được phát hiện (bước 202). Trên cơ sở kích thước của hình ảnh mắt cắt được xác định trong bước 202, kích thước vùng mắt có thể được tính toán lại (bước 204). Chuyển đến giai đoạn mắt, theo một phương án, thuật toán vi tích phân, quỹ đạo Hough hoặc bộ phát hiện vùng blob Hessian được

sử dụng để phát hiện đường biên mỏng mắt (có đoạn của vùng mỏng mắt trong bước 208). Một cách tương tự, thiết bị dựa vào việc lọc Gabor có thể được sử dụng để phát hiện mí mắt trên và dưới, và ngoài ra các phần lòng trắng của mắt có thể được phân tách sau khi loại bỏ vùng mỏng mắt (một phần của vùng màng cứng trong bước 206). Vùng quanh mắt có thể được hình thành sau khi loại bỏ cả phần lòng trắng của mắt và các vùng mỏng mắt từ các hình ảnh được chụp (Bước 210). Theo một số ứng dụng, các phương pháp dựa vào màu sắc được sử dụng để phân mảnh các vùng đề cập trên.

Theo một ứng dụng, như được biểu diễn bởi giai đoạn vùng quanh mắt 212 trong các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B, các vùng quanh mắt xung quanh ROI của mắt cuối cùng có kích thước chiều rộng W x chiều cao H (trong đó W và H tương ứng là số điểm ảnh theo hướng nằm ngang hoặc hướng dọc) có thể được xác định như được mô tả sau đây. ROI của mắt không nhất thiết có hình chữ nhật; mà ROI có thể có hình dạng tương tự với hình dạng của mắt, như được thể hiện tại Fig.2B, và W và H có thể tương ứng được định nghĩa là chiều rộng và chiều cao, của hộp bao ngoài ROI của mắt. Tuy nhiên, có thể có nhiều vùng khác nhau; ứng dụng được mô tả dưới đây bao gồm bốn vùng quanh mắt (từ 1 đến 4) được xếp hạng bởi khả năng phân biệt, vốn hữu ích để xác định tính hữu dụng của vùng trong thao tác tương hợp sinh trắc. Một cách cụ thể hơn, vùng quanh mắt 1 đại diện cho vùng khuôn mặt với chiều rộng tính phân biệt, hoặc khác biệt hơn vùng 2, có khả năng phân biệt lớn hơn so với vùng 3, và vân vân. Các kích thước vùng quanh mắt được xem xét (ở đây, được xác định bởi hộp bao quanh với kích thước chiều rộng W x chiều cao H). Các phạm vi và các giá trị của các vùng quanh mắt được bố trí ở đây được xác định bằng thực nghiệm dựa vào việc thử nghiệm quy mô lớn trong đó các vùng quanh mắt có đủ khả năng phân biệt đối với các mục đích thực hiện các thao tác tương hợp sinh trắc. Như được sử dụng dưới đây, thuật ngữ "gần như là bằng nhau" nghĩa là bằng với giá trị cụ thể hoặc trong khoảng $\pm 10\%$ của giá trị.

Theo một ứng dụng, bốn vùng quanh mắt được xác định như sau, trong đó W và H tương ứng là chiều rộng và chiều cao, của vùng của mắt:

Vùng 1:

Chiều rộng là gần như bằng với W .

Chiều cao nằm trong khoảng $0,1*H$ đến $3*H$ dưới hình ảnh mắt cắt của vùng mắt, bao gồm cả giới hạn. Theo một ứng dụng, chiều cao gần như bằng với $0,3*H$.

Vùng 2:

Chiều rộng nằm trong khoảng $0,1*W$ đến $0,8*W$, bao gồm cả giới hạn. Theo một ứng dụng, chiều rộng gần như bằng với $0,2*W$.

Chiều cao nằm trong khoảng $1,2*H$ ($0,1*H$ trên hình ảnh mắt cắt của vùng mắt và $0,1*H$ dưới hình ảnh mắt cắt) đến $5,5*H$ ($1,5*H$ trên hình ảnh mắt cắt và $3*H$ dưới hình ảnh mắt cắt), bao gồm cả giới hạn. Theo một ứng dụng, chiều cao xấp xỉ bằng $1,45*H$ ($0,15*H$ trên hình ảnh mắt cắt và $0,3*H$ dưới hình ảnh mắt cắt).

Vùng 3:

Chiều rộng nằm trong khoảng $0,1*W$ đến $0,5*W$, bao gồm cả giới hạn. Theo một ứng dụng, chiều rộng gần như bằng với $0,15*W$.

Chiều cao nằm trong khoảng $1,2*H$ ($0,1*H$ trên hình ảnh mắt cắt của vùng mắt và $0,1*H$ dưới hình ảnh mắt cắt) đến $5,5*H$ ($1,5*H$ trên hình ảnh mắt cắt và $3*H$ dưới hình ảnh mắt cắt), bao gồm cả giới hạn. Theo một ứng dụng, chiều cao xấp xỉ bằng $1,45*H$ ($0,15*H$ trên hình ảnh mắt cắt và $0,3*H$ dưới hình ảnh mắt cắt).

Vùng 4:

Chiều rộng là gần như bằng với W .

Chiều cao nằm trong khoảng $0,1*H$ đến $1,5*H$ trên hình ảnh mắt cắt của vùng mắt, bao gồm cả giới hạn. Theo một ứng dụng, chiều cao gần như bằng với $0,15*H$.

Các vùng phụ không có hình chữ nhật hoặc ngay cả các vùng phụ không liên tục quanh mắt (hoặc các vùng phụ của khuôn mặt khác) có thể được sử dụng dựa vào khả năng phân biệt và độ tin cậy của (các) vùng này đối với mỗi cá nhân, nhóm cá nhân, hoặc tất cả (các) người sử dụng. Theo một số ứng dụng, khi các mí mắt hạ xuống được quan sát, vùng quanh mắt tối ưu quanh hình ảnh cắt hẹp có kích thước $W \times H$ có thể được xác định như sau:

Các chiều rộng của các vùng 2 và 3 tương ứng gần như bằng $0,28W$ và $0,15*W$.

Các chiều cao của các vùng 2 và 3 tương ứng gần như bằng $1,45*H$ mà mỗi vùng (bắt đầu từ trên đỉnh của hình ảnh mắt cắt).

Các chiều rộng của các vùng 1 và 4 tương ứng gần như bằng W.

Các chiều cao của các vùng 1 và 4 tương ứng bằng với $0,45H$ và $0,1 \cdot H$.

Khoảng giá trị cho chiều cao và độ rộng của các vùng là giống như được mô tả trên. Các kích thước vùng quanh mắt khác có thể được xem xét. Các giá trị của W và H có thể thay đổi dựa trên độ phân giải của bộ cảm biến hình ảnh.

Tăng cường chất lượng hình ảnh.

Các kỹ thuật tăng cường chất lượng hình ảnh, như các kỹ thuật được thực hiện tại bước 106 của Fig.1 giờ đây sẽ được giải thích. Các hình ảnh này được chụp từ các bộ cảm biến hình ảnh mà có thể có chất lượng khác nhau do, ví dụ, các vật lộ ra và chuyển động nhòe. Trong bước 106, là bước tùy ý, nhiều hình ảnh có thể được đăng ký (nghĩa là được sắp hàng từng phần) và được tính trung bình để làm giảm độ ồn hình ảnh. Theo một số ứng dụng, các phương pháp tương quan hình ảnh được sử dụng để đo tính không tương đồng giữa các hình ảnh thu được để căn chỉnh các hình ảnh để lấy trung bình và loại bỏ các hình ảnh khác biệt nhất (ví dụ, do chuyển động nhòe hoặc nháy mắt) và do đó, không thích hợp để đăng ký và lấy trung bình. Ví dụ, n khung con liên tiếp với chuyển động tối thiểu có thể lấy trung bình sau khi đăng ký. Số lượng các khung con liên tiếp (ngoại trừ việc mất khung hình như được mô tả trên) mà được lấy trung bình, các khung con này có thể phụ thuộc vào tốc độ khung, mức độ ồn của bộ cảm biến hình ảnh tại các thiết lập cho trước, các điều kiện môi trường trong đó hình ảnh được chụp.

Theo một ví dụ, nếu ánh sáng xung quanh lớn hơn 800 lumen trong khi thu hình ảnh, hai khung liên tiếp được đăng ký và được lấy trung bình. Nếu ánh sáng xung quanh nằm trong khoảng 450 - 800 lumen, 3 khung liên tiếp được đăng ký và được lấy trung bình. Nếu ánh sáng xung quanh nằm trong khoảng 0 - 450 lumen, 4 khung liên tiếp được đăng ký và được lấy trung bình. Các kết hợp khác để chọn nhiều khung dựa vào ánh sáng xung quanh là có thể đối với phần lòng trắng của mắt, vùng xung quanh và khuôn mặt, bao gồm phần không được lấy trung bình nếu vùng quan tâm đủ sáng để nhiều của bộ cảm biến là không đáng kể tại các thiết lập cho trước.

Theo một ứng dụng khác, số lượng khung được sử dụng để lấy trung bình cũng có thể được làm tương thích với chuyển độ của vật dọc theo các khung liên tiếp. Ví dụ, chuyển động này có thể bị gây ra do sự thay đổi biểu hiện, mắt và chuyển động cơ thể và/hoặc sự khác thường về môi trường. Chuyển động có thể được đo sử dụng các khung tương quan chéo, các khung thông tin tương tác chéo, vân vân. Theo một ứng dụng, số lượng khung được sử dụng để lấy trung bình phụ thuộc vào cả hai ánh sáng môi trường và vật chuyển động được quan sát.

Theo một số phương án, thuật toán tăng cường chất lượng hình ảnh bao gồm thuật toán Self Quotient Image, hay SQI. Phiên bản đơn giản của hình ảnh SQI (Q) có thể được biểu diễn như sau:

$$Q = I / \hat{I} = I / (F * I)$$

trong đó, $\hat{I}$ là phiên bản được lọc của I , và F là lõi kernel lọc. Phương pháp SQI được biết đến là tính chất bất biến của ánh sáng, hữu ích đối với các vùng quanh mắt với độ sáng biến thiên do bóng và các điều kiện ánh sáng khác. Các kỹ thuật tăng cường chất lượng hình ảnh khác như mô tả trực tuyến Weber (Weber Linear Descriptors - WLD), Bộ lọc khuếch tán cổ kết (Coherence Diffuse Filters), Atrous Wavelets, Retinex (và các biến thể của nó), lọc hai bên đơn hoặc đa khung, các phương pháp nghiên cứu sâu và các kỹ thuật tăng cường phân tán có thể được sử dụng.

Theo một ứng dụng, mẫu Gabor dốc cục bộ (LGGP) có thể được sử dụng làm kỹ thuật tăng cường chất lượng hình ảnh đối với hình ảnh hoặc vùng hình ảnh cụ thể, như được mô tả trong các bước sau:

Bước 1: Tính toán pha Gabor cho kênh màu xanh của vùng hình ảnh sử dụng phản hồi Gabor chặn và lẻ như sau:

Bước 1a: lõi kernel Gabor chặn 2D, tương tự với các bộ lọc thông dải, hàm cosin được điều biến bởi đường bao Gause 2D, và Gabor lẻ 2D là hàm sin được điều biến bởi đường bao Gause 2D. Các lõi kernel chặn và lẻ có thể được tạo ra như sau:

$$G_{even}(x, y, f, \phi) = \exp \left\{ \frac{-1}{2} \left[\frac{x'^2}{\sigma_x^2} + \frac{y'^2}{\sigma_y^2} \right] \right\} \cos(2\pi f x')$$

$$G_{odd}(x, y, f, \emptyset) = \exp \left\{ \frac{-1}{2} \left[\frac{x'^2}{\sigma_x^2} + \frac{y'^2}{\sigma_y^2} \right] \right\} \sin(2\pi f x')$$

Quy mô và hướng của nhân Gabor có thể thu được thông qua việc thay đổi tọa độ như sau:

$$x' = x \cos(\emptyset) + y \sin(\emptyset)$$

$$y' = -x \sin(\emptyset) + y \cos(\emptyset)$$

trong đó σ_x và σ_y xác định độ trải của đường bao Gause tương ứng theo các trục x và trục y, f là tần số của hàm sin hoặc cosin điều biến, và $\emptyset$ là hướng của lõi kernel. Theo một ứng dụng, tần số được thiết lập thành 6 và độ trải của đường bao Gause theo các trục x và trục y được thiết lập 2,5. Theo một ứng dụng, lựa chọn hướng được điều chỉnh thành 6, nằm trong khoảng từ 0 đến $5\pi/6$, mỗi hướng cách nhau $\pi/6$ radian.

Bước 1b: Pha hình ảnh Gabor được tính toán như sau:

$$I_{Phase}(\emptyset) = \tan^{-1} \left(\frac{G_{odd}(\emptyset) \otimes Image}{G_{even}(\emptyset) \otimes Image} \right)$$

trong đó $\otimes$ là toán tử chập. Ví dụ, tại hướng cho trước, $I_{Phase}(\emptyset = 0)$ là hình ảnh có kích thước bằng với kích thước của kênh màu xanh của vùng hình ảnh.

Bước 2: Pha của (các hình ảnh) phản hồi Gabor tại các hướng được kết hợp để tạo thành hình ảnh đầu ra. Ba phương pháp ví dụ để đạt được mục đích này bao gồm: (1) duy trì giá trị tối đa của cường độ điểm ảnh tại vị trí cho trước (x, y) theo tất cả các hướng; (2) thiết lập cường độ điểm ảnh tại vị trí cho trước (x, y) để giá trị trung bình được lấy trọng số của các phản hồi dọc theo tất cả các hướng tại vị trí cụ thể; và (3) nhân giá trị tối đa của cường độ điểm ảnh tại vị trí cho trước (x,y) dọc theo tất cả các hướng của hình ảnh dốc, được thực hiện bằng cách chuẩn hóa.

Bước 3: Dốc cục bộ theo bốn hướng (0, 45, 90 và 135 độ) sau đó được tính toán đối với các phản hồi được kết hợp và giá trị dốc tối đa được duy trì để tạo ra hình ảnh đầu ra.

Theo một phương án, việc chuẩn hóa màu như cân bằng màu trắng sử dụng thuật toán gray world có thể được sử dụng trước khi sử dụng các kỹ thuật tăng cường nêu trên.

Theo một phương án, các quy trình bổ sung của hình ảnh được tăng cường bao gồm biểu đồ ảnh và điều chỉnh tương phản như Cân bằng biểu đồ thích ứng, độ tương phản (CLAHE). CLAHE thường hoạt động trong các vùng nhỏ của hình ảnh được xem như là các lát. Thông thường, mỗi độ tương phản của các lát được tăng cường sao cho biểu đồ của đầu ra gần như phù hợp với sơ đồ được xác định bởi việc phân phối cụ thể (ví dụ, phân phối đồng nhất, phân phối số mũ, hoặc phân phối Rayleigh). Các lát liên kế sau đó được kết hợp sử dụng phép nội suy (ví dụ, nội suy song tuyến tính) để loại bỏ các đường biên nhân tạo. Theo một số ứng dụng, việc chọn tổ hợp tuyến tính hoặc phi tuyến của màu đỏ, xanh lá cây hoặc xanh da trời mà có độ tương phản tốt nhất giữa các mạch máu của mắt hoặc các đặc điểm quanh mắt và phần nền có thể làm cải tiến vùng hình ảnh. Ví dụ, thành phần màu xanh có thể ưu tiên nằm trong hình ảnh RGB của mắt - mạch máu, vì có thể có tạo ra độ tương phản tốt hơn giữa các mạch máu và màu nền màu nền.

Số đo hình ảnh và chất lượng đặc tính

Tham chiếu trở lại bước 108 trong Fig.1, chất lượng của mỗi hình ảnh được tăng cường có thể được đo, và các hình ảnh đạt ngưỡng chất lượng được duy trì để xử lý thêm. Chất lượng này có thể được đo cùng nhau hoặc riêng biệt đối với vùng mắt và vùng quanh mắt. Số đo chất lượng hình ảnh cũng có thể đóng vai trò là số đo chất lượng dự báo tương hợp (số đo về khả năng sinh trắc phù hợp) và, trong một số tình huống, có thể được kết hợp lại thành điểm số tương hợp cuối cùng để tăng cường hiệu quả của của hệ thống sinh trắc.

Theo một phương án, điểm quan tâm được phát hiện trong hình ảnh có thể xác định chất lượng của hình ảnh. Số đo chất lượng dựa vào một điểm, vốn là số đo chất lượng hình ảnh phi tham chiếu, sẽ được tham chiếu đến ở đây như là EV_QM. EV_QM có thể được tính toán sử dụng ba bước: Phát hiện điểm quan tâm, tính toán giá trị vùng, và tạo số hệ số đo chất lượng. Các điểm quan tâm có thể được phát hiện sử dụng kỹ thuật phát hiện điểm mạch máu (VPD) được giải thích thêm sau đây. Các

giá trị vùng tham chiếu tới lượng cấu trúc bao quanh mỗi điểm quan tâm. Cấu trúc bao quanh mỗi điểm quan tâm có thể được xác định sử dụng mẫu tam phân cục bộ (LTP). Việc tạo số đo chất lượng được đo sử dụng giá trị vị trí góc và giá trị vùng.

Liên quan đến Fig.3, theo một ứng dụng, giá trị vùng có thể được tính toán sử dụng quy trình mẫu nhị phân cục bộ biến đổi (LBP). Ba hình vuông (có hoặc không có các góc) với độ dài một nửa tương ứng khác nhau (các phần liên kề) được tính toán quanh điểm quan tâm, với các vị trí điểm ảnh được tính toán (như được minh họa trong lưới điểm ảnh 304). Ví dụ, các độ dài một nửa này có thể là 2, 4, 6 hoặc số các điểm ảnh khác. Điểm quan tâm có thể là khoảng dịch (được dịch) tại 8 vị trí khác nhau (như được minh họa trong lưới điểm ảnh 302), còn tạo ra 3 hình vuông (trừ đi các góc) bao quanh mỗi điểm dịch (tương tự như được minh họa trong lưới điểm ảnh 304, với điểm dịch đóng vai trò như là điểm trung tâm). LBP đối với mỗi điểm quan tâm và khoảng dịch được tính toán theo mỗi trong số ba hình vuông, các hình vuông này được gọi là các mẫu nhị phân (BP). Do đó, mỗi điểm quan tâm và các điểm dịch tương ứng có ba BP khác nhau được kết hợp với các điểm này.

Ba BP có thể còn được giảm để thu được giá trị vùng cuối cùng (hệ số cấu trúc) như sau:

Bước 1: Mỗi BP được đánh giá để xác định hệ số đồng nhất. Nếu BP không đồng nhất (ví dụ, thay đổi nhiều hơn 4 bit hoặc ít hơn 2 bit), thì BP được loại bỏ và hệ số (giá trị vùng cuối cùng) theo khoảng dịch tương ứng hoặc điểm quan tâm được thiết lập là zero.

Bước 2: Nếu tất cả các BP là đồng nhất, quy trình lọc, như được minh họa bằng đồ họa trong bước 306 của Fig.3 được thực hiện. Mỗi thành phần trong BP1, BP2, và BP3 được thêm vào sử dụng công thức sau.

$$Result_n = XOR(BP1_n, BP2_n) + XOR(BP2_n, BP3_n)$$

Có ba giá trị có thể (1, 0 và 2) có thể được quan sát trong mỗi thành phần của $Result_n$. Mỗi trong số các bit này còn được ánh xạ theo các giá trị tương ứng (tương ứng -1, 0, và 1) trong *Giá trị*, như được biểu diễn trong bước 308. Kết quả này còn được tham chiếu đến như là *Mẫu nhị phân nhiễu (NBP)*

Bước 3: Nếu có nhiều hơn bốn điểm ảnh nhiễu, hệ số của điểm quan tâm tương ứng được thiết lập zero. Nếu không thì, mỗi điểm ảnh trong NBP được thay thế bằng phần liên kề gần nhất.

Bước 4: Kết quả cuối cùng là khuôn nhị phân đơn với độ dài một nửa của BP là 2. Mẫu nhị phân cuối cùng này được tham chiếu đến như là *genBP*.

Bước 5: *genBP* còn được đo trọng số dựa vào công thức được mô tả trong bước 310.

$$H = \begin{cases} 0 & \text{if } \text{XOR}(\text{genBP}_{n-1} + \text{genBP}_n) + \text{XOR}(\text{genBP}_n + \text{genBP}_{n+1}) = 2 \\ 0.5 & \text{if } \text{XOR}(\text{genBP}_{n-1} + \text{genBP}_n) + \text{XOR}(\text{genBP}_n + \text{genBP}_{n+1}) = 1 \\ 1 & \text{if } \text{XOR}(\text{genBP}_{n-1} + \text{genBP}_n) + \text{XOR}(\text{genBP}_n + \text{genBP}_{n+1}) = 0 \end{cases}$$

Kết quả này còn được tham chiếu đến như là mẫu được tạo trọng số, hoặc *H*.

Bước 6: Tính toán chiều dài tối đa của các zero liên tục trong *genBP* và được tham chiếu đến như là *L*.

Bước 7: Giá trị vùng cuối cùng s_n có thể được tính toán sử dụng công thức được mô tả trong bước 312.

$$s_n = \frac{\{L * \text{sum}(H)\}}{144}$$

Bước 8: Nếu ít nhất ba điểm quan tâm bao gồm điểm quan tâm và các điểm dịch tương ứng tính toán giá trị vùng, các giá trị vùng của điểm quan tâm và các điểm tương ứng với khoảng dịch này mà tính toán giá trị vùng được lấy trung bình và được gán cho s_n . Nếu không, s_n được thiết lập giá trị zero.

Theo một ứng dụng khác, giá trị vùng có thể được tính toán sử dụng entropy của vùng quan tâm và các điểm khoảng dịch tương ứng quanh mỗi điểm quan tâm. Entropy của vùng quanh điểm quan tâm được tính toán như sau:

Bước 1: Khởi tạo ngưỡng để lượng tử hóa cấu trúc trong vùng quan tâm quanh điểm quan tâm và các điểm dịch tương ứng.

Bước 2: Xác định số mức (level_map) trong vùng quan tâm bằng cách trừ cường độ điểm ảnh trung tâm cho tất cả các cường độ khác trong vùng quan tâm.

Bước 3: level_map còn được lượng tử hóa bằng cách nhóm các cường độ điểm ảnh sử dụng ngưỡng được xác định trong Bước 1.

Bước 4: Số lượng các thành phần duy nhất trong mỗi nhóm của level_map được tính toán.

Bước 5: Giá trị của vùng trên cơ sở entropy quanh điểm quan tâm được tính toán như sau:

$$\text{Entropy}(\text{Region Value}, s_n) = \sum_i N_i * \log(1/N_i)$$

trong đó N là chiều dài của các thành phần trong nhóm 'i'.

Bước 6: s_n trung bình theo các điểm quan tâm và các điểm dịch tương ứng, và gán giá trị được lấy trung bình cho s_n .

Theo một ứng dụng khác, giá trị vùng có thể được tính toán sử dụng entropy của thông tin dọc quanh các điểm quan tâm theo các hướng 'D'. Theo một ứng dụng, D bao gồm 0, 45, 90, và 135 độ. Thông tin dọc có thể được tính toán theo nhiều mức độ quanh điểm quan tâm.

Theo một ứng dụng, các vị trí góc và các giá trị vùng tương ứng có thể được sử dụng để xác định việc tạo hệ số đo chất lượng. Việc tạo hệ số đo chất lượng có thể được thực hiện như sau:

Bước 1: Phân loại các điểm quan tâm dựa vào các giá trị vùng theo thứ tự giảm và ghi chú các vị trí điểm quan tâm tương ứng.

Bước 2: Các khoảng cách giữa các điểm quan tâm sau khi sắp xếp lại dựa vào bước 1 là $d = \{d_1, d_2, d_3, \dots, d_{n-2}, d_{n-1}, d_n\}$, trong đó d_1 là khoảng cách giữa điểm quan tâm thứ nhất và thứ hai. d_n sẽ là zero.

Bước 3: Trọng số của các khoảng cách được tính toán là lôga của các khoảng cách: $dw_n = \log(d)$.

Bước 4: Tính toán chỉ số trọng số như là:

$$sw_n = \exp(1/[1,2,3,\dots,n-2,n-1,n]), \text{ trong đó } n \text{ là số điểm quan tâm.}$$

Hệ số đo chất lượng cuối cùng có thể được tính toán sử dụng công thức sau:

$EV_QM = \sum_{n=1}^p s_n * sw_n * dw_n$, trong đó p là số điểm quan tâm.

Các thuật toán phát hiện điểm quan tâm khác có thể được sử dụng, như có thể được tính toán sử dụng các thuật toán Accelerated Segment Test (FAST) hoặc Speeded Up Robust Features (SURF).

EV_QM có thể được tính toán riêng rẽ đối với các vùng mắt và quanh mắt, và ngoài ra, mỗi ROI có thể được xếp hạng dựa vào EV_QM được tính toán. Các ROI có thể được tương hợp theo thứ tự chúng được xếp hạng nếu bộ tương hợp tiên tiến (được mô tả dưới đây) được sử dụng. Lưu ý, số đo chất lượng được mô tả ở đây có thể được sử dụng bằng các kỹ thuật phát hiện việc giả mạo. Việc tạo ra các đặc điểm của khuôn mặt của mắt hoặc khuôn mặt, như hình ảnh hoặc dữ liệu in vật lý, hoặc hình ảnh hoặc video số hóa của người sử dụng thực được phát lại trên màn hình cho mục đích phá hoại, thường có chất lượng giảm (ví dụ, độ phân giải thấp hơn, mờ, không có màu, nhiễu, không rõ nét) khi so với sự hiện diện vật lý tại thời điểm quét. Sau khi lọc các điểm quan tâm chất lượng thấp trong quá trình xác minh, quá trình sản xuất chất lượng thấp thường sẽ không có đủ số điểm quan tâm có thể nhận ra và, do đó, sẽ không xác minh thành công.

Các kỹ thuật tương tự có thể cũng được sử dụng để phát hiện việc giả mạo từng phần. Ví dụ, cá nhân có thể giữ dữ liệu in của mắt hợp lệ của mắt của anh/chị ta trong nỗ lực vượt qua quy trình xác minh mắt. Để thực hiện xác định, chất lượng của dữ liệu in của mắt (ví dụ, các điểm quan tâm có thể nhận ra) có thể được so sánh với chất lượng của các vùng quanh mắt hoặc các vùng khuôn mặt được xác định khác. Nếu sự khác nhau về chất lượng giữa mắt và một hoặc nhiều vùng khác vượt quá ngưỡng, điều này có thể chỉ báo sự hiện diện của việc giả mạo từng phần, và việc xác minh có thể không thành công. Các kỹ thuật phát hiện giả mạo sử dụng các số đo chất lượng được xem xét.

Phát hiện điểm quan tâm

Nhiều thuật toán phát hiện điểm quan tâm có thể được sử dụng trong vùng hình ảnh được chụp của mắt - mạch máu, quanh mắt và khuôn mặt, một cách riêng biệt. Ví dụ, thuật toán Speeded Up Robust Features (SURF) là thuật toán phát hiện đặc điểm

kiểu "blob" có thể được sử dụng để phát hiện các vùng trong vùng hình ảnh tại trung tâm trên điểm quan tâm. Các đặc điểm từ thuật toán Accelerated Segment Test (FAST) là thuật toán phát hiện góc cũng có thể được sử dụng để phát hiện điểm quan tâm trong vùng hình ảnh. Bộ phát hiện điểm mạch máu (VDP) cũng có thể được sử dụng để phát hiện các điểm chốt trên hệ mạch máu trong một vùng hình ảnh. Ngoài ra, VPD cũng có thể được sử dụng để phát hiện các điểm trên vùng quanh mắt và khuôn mặt. Theo một số phương án, các điểm ứng viên cũng có thể được phát hiện tại nhiều quy mô hình ảnh. Ví dụ, kích thước hình ảnh gốc là 100x100 (Mức 0), các điểm này có thể được xác định từ hình ảnh gốc 100x100 và ngoài ra khi các hình ảnh gốc được giảm kích thước thành 50x50 (Mức 1) and 25x25 (Mức 2). Các cấu hình vùng cụ thể khác của các bộ phát hiện điểm có thể được xem xét.

Loại trừ điểm

Số lượng điểm ứng viên được tạo ra sử dụng thuật toán phát hiện điểm quan tâm có thể thay đổi dựa vào lượng cấu trúc và chất lượng của hình ảnh. Ngoài ra, các thuật toán này có thể thu được thông tin nhiều hoặc không thích hợp (liên quan đến ứng dụng nhất định), đặc biệt đối với các thuật toán không phải VPD. Các điểm ứng viên nhiều hoặc không phù hợp có thể được loại bỏ bằng các thuật toán loại trừ điểm ứng viên.

Theo một ứng dụng, thuật toán loại trừ điểm không thuộc mạch máu (NVS) được sử dụng để xác định chất lượng điểm ứng viên. Thuật toán được giải thích trong các bước sau đây:

Bước 1: Trích xuất Vùng (R) quanh điểm quan tâm. Thiết lập kích thước của R là $M \times M$.

Bước 2: Trích xuất phần cục bộ (LB) trong R có kích thước $N \times N$, trong đó $N < M$. Gán LP được lấy trung tâm tại R làm phần trung tâm (CP).

Bước 3: Các phần cục bộ trong vùng R được bố trí phân tán.

Bước 4: Tính toán phân bố biểu đồ của tất cả các LP nằm trong vùng R, và trừ biểu đồ CP khỏi mỗi biểu đồ của các LP được tính toán.

Bước 5: Đối với mỗi phép trừ, tính toán hệ số trái như là số bin chiếm hữu được phân chia bởi tổng số bin khả dụng.

Bước 6: Thu tổ hợp của các bộ lọc thông dải dựa vào phân bố của các điểm ảnh trong ảnh gốc (Tính toán bộ lọc thông dải). Các bộ lọc thông dải này được sử dụng để đo số lượng điểm ảnh giả mạo

Bước 7: Các phần được trừ từ Bước 4 được lọc dựa vào bộ lọc dải thông thu được, và phản hồi góc được tính toán.

Bước 8: Sử dụng hệ số trái và phản hồi góc trong nền tảng theo đợt. Hệ số trái là mã phân loại nhị phân: hệ số này hoặc là từ chối hoặc chấp nhận điểm này. Phản hồi góc cung cấp hệ số chuẩn hóa nằm trong khoảng từ zero đến 1. Zero chỉ tình trạng không có mạch máu, trong khi một chỉ tình trạng có mạch máu.

Theo một ứng dụng khác, việc tính toán bộ lọc thông dải được sử dụng để xác định cường độ điểm ứng viên. Bộ lọc thông dải được tạo ra theo cách động dựa vào các phần lòng trắng được phân chia của các thống kê của vùng của mắt. Bộ lọc thông dải có thể được tạo ra như sau:

Bước 1: Trích xuất lớp màu xanh lá cây của vùng màng cứng từ hình ảnh RGB.

Bước 2: Thu biểu đồ của vùng. Ví dụ, sử dụng 'N' bin để trích xuất sơ đồ từ hình ảnh unit8.

Bước 3: Tính toán hàm mũ của biểu đồ được chuẩn hóa ngược trong Bước 2.

Bước 4: Giảm hàm mũ theo hệ số k. Hệ số k thường thay đổi từ 0,1 đến 0,3 và có thể được điều chỉnh dựa vào ứng dụng hoặc tập dữ liệu (dataset).

Bước 5: Tính toán phản hồi của hàm mũ ngược với các giá trị số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến N.

Bước 6: Nối 5 thành phần đầu tiên khỏi Bước 4 với các thành phần còn lại ở Bước 5. Điều này tạo ra *Bộ lọc dải thông 1*.

Bước 7: Đối với *Bộ lọc dải thông 2*, tạo phân bố Gauss là phân bố chuẩn của các điểm ảnh màng cứng (kênh màu xanh lá cây).

Bước 8: Sử dụng *Bộ lọc dải thông 1* và *Bộ lọc dải thông 2* song song thiết lập cường độ điểm mạch máu.

Quy trình tạo bộ lọc được làm tương thích đối với các điểm ảnh của hình ảnh. Nếu ảnh tối, thì hầu hết các điểm ảnh màng cứng nằm ở phần bên dưới của biểu đồ. Do đó, *Bộ lọc dải thông 1* có phản hồi cao hơn so với *Bộ lọc dải thông 2*. Việc này giúp giảm hệ số của điểm. Tương tự, hình ảnh được trung hòa ánh sáng sẽ có tất cả các điểm ảnh ở phần đuôi phía trên và *Bộ lọc dải thông 2* có phản hồi cao hơn, loại bỏ điểm có hệ số thấp.

Theo một ứng dụng, tính đồng nhất của mẫu nhị phân cục bộ (LBP) có thể được tạo ra để xác định chất lượng của điểm ứng viên. Sử dụng mã LBP 8 bit, số chuyển tiếp đảo bit từ 0 đến 1 hoặc ngược lại xác định tính đồng nhất của mã LBP. Mã LBP được coi là đồng nhất, nếu có ít hơn hoặc bằng 'n' chuyển tiếp. Phạm vi của các chuyển tiếp là từ 0 đến 8. Theo một ứng dụng, n bằng 3. Ví dụ, các mã LBP 00000000 với 0 lần chuyển tiếp 0, 01111100 với 2 lần chuyển tiếp, 01000001 với ba lần chuyển tiếp là đồng nhất. Tương tự, 01010000 với 4 lần chuyển tiếp và 01010010 với 6 lần chuyển tiếp là không đồng nhất. Các điểm ứng viên đồng nhất được duy trì trong mẫu.

Các thuật toán chất lượng được đề cập trên cho các điểm ứng viên có thể được sử dụng kết hợp hoặc riêng biệt cho quy trình đăng ký hoặc xác minh nhất định.

Thông tin đặc điểm cục bộ

Vectơ đặc trưng quanh mỗi điểm quan tâm có thể được tạo ra sử dụng phần hình ảnh quanh điểm quan tâm cho các vùng mắt - mạch máu, vùng quanh mắt, và vùng khuôn mặt, một cách riêng biệt. Các phần mô tả điểm quan tâm có thể được tạo ra sử dụng các thuật toán mô tả đặc điểm đơn lẻ hoặc nhiều đặc điểm. Thuật toán Fast Retina Keypoint (FREAK) là thuật toán mô tả đặc điểm làm ví dụ có thể được sử dụng, ví dụ, để tạo ra mô tả cho các điểm ứng viên được xác định bởi các thuật toán FAST. Mô tả FREAK có thể, ví dụ, là chuỗi số nhị phân xác định đặc điểm trực quan quanh điểm ứng viên. Mẫu nhị phân cục bộ (LBP) và các biến thể của chúng như Center Symmetric Local Binary Patterns (CSLBP) quanh các điểm ứng viên là các ví

dụ về mô tả đặc điểm có thể được sử dụng để mô tả các phần hình ảnh ở viền của điểm ứng viên. Các biểu đồ của các dốc được định hướng (oriented Gradients - HoG), các biểu đồ LBP (HLBP), các biểu đồ CSLBP (HCSLBP), các biểu đồ được lấy mẫu của LBO đa bán kính mở rộng (PH-EMR-LBP), các biểu đồ được lấy mẫu của CSLBP đa bán kính mở rộng (PH-EMR-CSLBP), các biểu đồ được lấy mẫu của mẫu tam phân cực bộ đa bán kính mở rộng (PH-EMR-LTP), và các biểu đồ được lấy mẫu của các mẫu nhị phân sau khi giảm kích thước (PHBP-DR) và các ví dụ khác về mô tả đặc điểm có thể được sử dụng để mô tả các phần hình ảnh liền kề quanh điểm ứng viên. Các thuật toán mô tả đặc điểm khác hoặc tổ hợp các thuật toán có thể được sử dụng để tạo ra mô tả hình ảnh cục bộ đối với các điểm ứng viên của vùng hình ảnh.

Theo một phương án, các bước sau đây liên quan đến việc tạo mô tả PH-EMR-LBP:

Bước 1: Tính toán cả hai mã LBP cho hình vuông đồng tâm điểm ảnh 3x3 và điểm ảnh 5x5 quanh mỗi điểm ảnh để tạo hình ảnh LBP đa bán kính (MR-LBP) (lưu ý rằng, ngược lại với LBP thông thường, kỹ thuật trên sử dụng phần liên kề hình vuông hoặc hình chữ nhật, có thể bao gồm hoặc không bao gồm các góc) ngoài vị trí của các điểm ảnh hình tròn quanh điểm ảnh trung tâm để thu mã LBP). Trong vùng điểm ảnh 3x3, việc so sánh điểm ảnh trung tâm với tám điểm ảnh liên kề tạo ra mã LBP 3x3. Kết quả là mã 8-bit, các giá trị bit của mã này hoặc là 0 hoặc 1 (1 nếu giá trị cường độ của điểm ảnh liên kề lớn hơn cường độ của điểm ảnh trung tâm, nếu không thì bằng 0). Một cách tương tự, trong vùng điểm ảnh 5x5, so sánh điểm ảnh trung tâm với các điểm ảnh liên kề với tám điểm ảnh liên kề (nghĩa là, mười sáu điểm ảnh) tạo ra mã LBP 5x5 (các kết quả là mã 16 bit). Ở đây, MR-LBP có mã 24 bit (8 bit từ mã LBP 3x3, và 16 từ mã LBP 5x5) đối với điểm ảnh cho trước trong một hình ảnh.

Bước 2: Phần MxM (đầu ra của bước 1) quanh mỗi điểm quan tâm được phân mảnh thành các vùng con NxN mà có thể có K điểm ảnh chồng nhau.

Bước 3: Biểu đồ cho mỗi MR-LBP 24-bit trong mỗi vùng phụ được thu riêng biệt, và được ghép để phân phối PH-EMR-LBP (lưu ý ngược lại với LBP thông thường), biểu đồ này được tính toán dựa vào tần số của các vị trí bit trên phần này, thay vì tần số của phân tương đương thập phân của mã nhị phân.

Các giá trị tham số cho M , N và K có thể được điều chỉnh dựa vào các tần số, độ phân giải, và nhiễu không gian của hình ảnh.

Theo một ứng dụng, các bước sau đây liên quan đến việc tạo mô tả PH-EMR-CSLBP:

Bước 1: Tính toán cả hai mã mẫu nhị phân cục bộ đối xứng trung tâm (CSLBP) điểm ảnh 3×3 và điểm ảnh 5×5 tại mỗi điểm ảnh để tạo thành hình ảnh CS-LBP đa bán kính (MR-CSLBP). Trong vùng 3×3 , so sánh các giá trị cường độ của các điểm ảnh theo đường chéo sử dụng các 8 điểm ảnh biên tạo ra mã CS-LBP 4 bit 3×3 (bắt đầu từ điểm ảnh bên trái phía trên, coi các điểm ảnh biên dưới dạng số từ 1 đến 8 theo hướng chiều kim đồng hồ, mã CS-LBP 4 bit được tạo ra bằng cách tương ứng so sánh điểm ảnh 1, 2, 3, và 4 với 5, 6, 7 và 8). Các giá trị là 0 và 1 (1 nếu giá trị cường độ 1 lớn hơn 5, nếu không là 0 - tương tự với các kết hợp khác). Tương tự, trong vùng 5×5 , 16 điểm ảnh chéo của vòng bên ngoài được so sánh để tạo thành mã CS-LBP 8 bit. Ở đây, MR-CS-LBP là mã 12 bit (4 bit từ mã CS-LBP 3×3 , và 8 bit từ mã CS-LBP 5×5) đối với điểm ảnh cho trước trong một hình ảnh.

Bước 2: Phân $M \times M$ (đầu ra của bước 1) quanh mỗi điểm quan tâm được phân mảnh thành các vùng con $N \times N$ mà có thể có K điểm ảnh chồng nhau.

Bước 3: Các biểu đồ đối với mỗi MR-CS-LBP 12 bit trong mỗi vùng con được thu riêng biệt, và ghép lại để phân phối PH-EMR-CS-LBP.

Tương tự với các mô tả trước đó, các giá trị tham số cho M , N và K có thể được điều chỉnh dựa vào các tần số, độ phân giải, và nhiễu không gian của hình ảnh.

Theo một phương án, các bước sau đây liên quan đến việc tạo mô tả PH-EMR-LTP:

Bước 1: Tính toán cả hai mã mẫu tam phân cục bộ điểm ảnh điểm ảnh 3×3 và điểm ảnh 5×5 tại mỗi điểm ảnh để tạo thành hình ảnh LTP đa bán kính (MR-LTP) với kích thước bước (SS). Trong vùng 3×3 , việc so sánh điểm ảnh trung tâm với tám điểm ảnh liền kề tạo ra mã LTP 3x3. Kết quả là mã 16 bit, giá trị của nó là 0 hoặc 1 (1 nếu giá trị cường độ của mỗi điểm ảnh liền kề lớn hơn cường độ của điểm ảnh trung tâm cộng SS, nếu không bằng 0, và 1 nếu giá trị cường độ của mỗi điểm ảnh liền kề nhỏ

hơn cường độ của điểm ảnh trung tâm trừ SS, nếu không bằng 0). Một cách tương tự, trong vùng 5×5 , so sánh điểm ảnh trung tâm với các điểm ảnh liền kề với tám điểm ảnh liền kề (nghĩa là, 16 điểm ảnh) tạo ra mã LTP 5×5 (kết quả là mã 32 bit). Ở đây, MR-LBP có mã 48 bit (16 bit từ mã LBP 3×3 , và 32 bit từ mã LBP 5×5) đối với điểm ảnh cho trước trong một hình ảnh.

Bước 2: Phần $M \times M$ (đầu ra của bước 1) quanh mỗi điểm quan tâm được phân mảnh thành các vùng con $N \times N$ mà có thể có K điểm ảnh chồng nhau.

Bước 3: Các biểu đồ đối với mỗi MR-CS-LTP 48 bit trong mỗi vùng con được thu riêng biệt, và ghép lại để phân phối PH-EMR-LTP.

Tương tự với các mô tả trước đó, các giá trị tham số cho M, N và K có thể được điều chỉnh dựa vào các tần số, độ phân giải, và nhiễu không gian của hình ảnh.

Theo một ứng dụng, PHBP-DR có thể thu được sử dụng các bước sau:

Bước 1: PH-EMR-LBP đối với điểm quan tâm cho trước thu được bằng cách thiết lập các giá trị M, N và K tương ứng đối với 9, 3, 1. Các cấu hình này phân phối các vectơ đặc trưng có độ dài 384 (24×36 ; các biểu đồ của mỗi trong số các mã 24 bit theo 16 vùng con 16). Lưu ý rằng 16 vùng phụ 3×3 có thể nằm trong phần 9×9 với một điểm ảnh chồng lấp) với các giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 9 (khi có 9 điểm ảnh trong vùng con 3×3).

Bước 2: PH-EMR-CS-LBP đối với điểm quan tâm cho trước thu được bằng cách thiết lập các giá trị M, N và K tương ứng là 7, 3, 1. Các cấu hình này phân phối các vectơ đặc trưng có độ dài 108 (12×9 ; các biểu đồ của mỗi trong số các mã 12 bit theo 9 vùng con 16). Lưu ý rằng 9 vùng phụ 3×3 có thể nằm trong phần 7×7 với một điểm ảnh chồng lấp) với các giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 9 (khi có 9 điểm ảnh trong vùng con 3×3).

Bước 3: PH-EMR-LTP PH-EMR-LBP đối với điểm quan tâm cho trước thu được bằng cách thiết lập các giá trị M, N và K tương ứng tại các giá trị 9, 3, 1. Các cấu hình này phân phối các vectơ đặc trưng có độ dài 768 (48×16 ; các biểu đồ của mỗi trong số các mã 48 bit theo 16 vùng con). Lưu ý rằng 16 vùng phụ 3×3 có thể nằm trong phần 9×9 với một điểm ảnh chồng lấp) với các giá trị nằm trong khoảng từ

0 đến 9 (khi có 9 điểm ảnh trong vùng con 3x3). SS được thiết lập thành 5 sau khi các giá trị cường độ của hình ảnh được chuẩn hóa thành 0-255.

Bước 4: Các vector đặc trưng 1, 2, và 3 được ghép lại để tạo thành vector đặc trưng của độ dài 1260.

Bước 5: Sử dụng phân tích phương sai, chỉ các đặc điểm 720 trên đỉnh được duy trì. Trong một số trường hợp, khi các đặc điểm biến thiên mạnh được tính toán trước, chỉ các đặc điểm 720 được tạo ra trong quy trình đăng ký và xác minh nhằm giảm độ phức tạp tính toán.

Bước 6: Cuối cùng, phương pháp giảm kích thước như phân tích thành phần chính (PCA) được sử dụng để trích xuất PHBP-DR. Phân tích PCA riêng biệt có thể được thực hiện đối với các vùng mắt và quanh mắt để tương ứng tạo ra các vector đặc trưng dài 103 và 98. Đối với khuôn mặt, một trong số các đặc điểm quanh mắt có thể được sử dụng khi, phân tích PCA riêng biệt có thể được thực hiện. Các độ dài khác của vector đặc trưng cho mắt, quanh mắt và khuôn mặt là có thể.

Cuối quy trình đăng ký sinh trắc, mẫu đăng ký có thể bao gồm một tập hợp các điểm ứng viên và mô tả cho ROI mắt - mạch máu, và một tập hợp các điểm ứng viên và mô tả cho vùng quanh mắt. Theo một số ứng dụng, mẫu đăng ký cũng có thể bao gồm một tập hợp các điểm ứng viên và mô tả cho khuôn mặt, và một tập hợp các điểm ứng viên và mô tả cho vùng quanh mắt mở rộng. Lưu ý rằng ROI mắt - mạch máu và ROI quanh mắt và mẫu cho các mắt bên trái và phải được xử lý riêng biệt. Nhiều mô tả cho tập hợp các điểm quan tâm được xem xét. Các hình ảnh gốc và được xử lý mà được sử dụng để tạo ra các mẫu cho vùng mắt - mạch máu, vùng khuôn mặt, và vùng quanh mắt có thể được loại bỏ vì lý do bảo mật và riêng tư.

Bộ tương hợp tiên tiến

Theo một ứng dụng của quy trình tương hợp sinh trắc, hệ số tương hợp cuối cùng được tạo ra sử dụng bộ tương hợp tiên tiến. Trong bước ban đầu, mô tả được tương hợp để tìm các cặp điểm tương hợp giữa các mẫu đăng ký và xác minh cho cả hai vùng mắt và quanh mắt sử dụng số đo khoảng cách. Ví dụ, khoảng cách O-clit giữa các điểm quan tâm có thể được tính toán một cách riêng rẽ giữa vector mô tả đăng

ký và xác minh của các vùng mắt và quanh mắt, và các cặp điểm bên dưới ngưỡng khoảng cách nhất định có thể được duy trì dưới dạng cặp điểm tương hợp.

Trong sự hiện diện của nhiễu hoặc các bất thường khác, các cặp điểm tương khớp có thể có các điểm bên ngoài hoặc nếu không là có các mối tương hợp lỗi khác. Bằng cách giả định sự đơn ứng hợp lý giữa các vị trí của các hình ảnh đăng ký và xác minh của các cặp điểm tương hợp, các điểm bên ngoài (các điểm tương hợp không chồng lấp sau khi căn chỉnh trong điều kiện đơn ứng giả định) có thể được loại bỏ khỏi cặp điểm tương hợp.

Theo một số ứng dụng, phương pháp đồng nhất mẫu ngẫu nhiên (RANSAC) hoặc phương pháp phát hiện điểm bên ngoài khác có thể được sử dụng để xác định việc chuyển đổi cần thiết để sắp xếp các điểm ứng viên trong hình ảnh xác minh bằng các điểm trong hình ảnh đăng ký, trong khi loại bỏ các điểm bên ngoài không phù hợp với việc chuyển đổi giả định giữa các điểm tương hợp thực, liên quan đến dạng hình học của các vùng điểm quan tâm của mắt được mã hóa trong các mẫu đăng ký và xác minh. Theo một số ứng dụng, các RANSAC của các ROI khác nhau (như các ROI mắt - mạch máu và ROI quanh mắt) có thể được thực hiện một cách riêng rẽ, và tập hợp các điểm bên trong còn lại có thể được truyền đến RANSAC cuối cùng để tính toán hệ số và các tính toán liên quan khác. Theo một số ứng dụng, số lượng điểm tối thiểu bên trong từ một số hoặc tất cả các vùng phụ quan tâm (ví dụ, các phần mạch máu và các điểm được nhìn thấy phía trên của ROI màng cứng) có thể cần thiết trước khi tiến hành bước tương hợp cuối cùng. Cuối cùng, hệ số được tạo ra bằng cách kết hợp số điểm bên trong được tìm thấy sau RANSAC (N), tỉ lệ được khôi phục từ ma trận chuyển đổi (RS), và tỉ lệ được khôi phục từ ma trận chuyển đổi (RA), sử dụng sự đơn ứng phù hợp với các vị trí của các cặp điểm tương hợp phù hợp với các vị trí của cặp điểm tương hợp nhờ RANSAC hoặc kỹ thuật tương đương.

Theo một ứng dụng, hệ số tương hợp được tính toán sử dụng công thức sau:

$$MS = \{(Cx + Cy)/2 * \log(N)\} / \{(1 + |\log_2(RS+0.001)|) * (1 + (RA/0.2)^2)\}$$

trong đó Cx và Cy là tương quan giữa các vector tọa độ x và y của các điểm tương hợp bên trong tương ứng giữa các mẫu đăng ký và xác minh, N là số điểm được

căn chỉnh, RA là góc được khôi phục đại diện cho thay đổi về góc do sự chuyển đổi của các vị trí của các điểm xác minh tương hợp bên trong thành các điểm đăng ký cho mục đích đăng ký, và RS là tỉ lệ được khôi phục đại diện cho thay đổi về tỉ lệ do chuyển đổi nêu trên. RA và RS thu được từ ma trận chuyển đổi hình học tương tự thu được từ RANSAC hoặc thao tác tương tự. Các số đo khác như khoảng cách của ma trận chuyển đổi/đăng ký từ vị trí nhận dạng được xem xét, đặc biệt nếu các vùng quan tâm (như vùng mắt - mạch máu và quanh mắt) được chuẩn hóa sơ bộ không gian.

Theo một số ứng dụng, các kỹ thuật M-SAC, Group-SAC và/hoặc Optimal-RANSAC có thể thay thế RANSAC.

Các điểm số phù hợp có thể được riêng biệt tạo ra đối với cả hai phần lòng trắng của mắt (SV) và vùng quanh mắt (SP), vùng được kết hợp (SVP), hoặc theo trình tự. Theo cách tiếp cận tiên tiến, các ROI khác được đưa vào bộ tương hợp nếu không đủ có đủ thông tin hoặc chất lượng của quyết định mạnh trong vùng quan tâm khởi đầu. Ví dụ, nếu chất lượng nguồn nhất định hoặc quyết định rõ ràng không thể đạt được sử dụng thông tin quanh mắt trong các phần lòng trắng của mắt, bộ tương hợp có thể liên tục thêm vào thông tin từ các vị trí liên quan đến vùng quanh mắt (và có thể vượt ngoài, như mũi và mặt) cần thiết để đạt được độ chính xác mong muốn trong việc khẳng định sự tương hợp sinh trắc.

Theo một ứng dụng, cặp điểm tương hợp từ các vùng mắt và quanh mắt được tính toán riêng biệt và sau đó kết hợp cho RANSAC để tạo ra hệ số tương hợp cuối cùng.

Theo một ứng dụng khác, cặp điểm tương hợp từ các vùng mắt và quanh mắt được tính toán riêng biệt và sau đó kết hợp cho RANSAC để tạo ra hệ số tương hợp cuối cùng. Tuy nhiên, việc tạo các điểm bên trong cuối cùng được ràng buộc để có ít nhất N điểm từ vùng mắt.

Theo một ứng dụng khác nữa, các cặp điểm khớp từ các vùng thuộc mắt và quanh mắt được tính toán riêng biệt, các điểm bên trong tương ứng được phát hiện một cách riêng rẽ bởi RANSAC đặc điểm cho ROI, và sau đó tập hợp các thành phần mẫu được lọc bởi RANSAC đặc điểm cho vùng được kết hợp cho RANSAC cuối cùng để

tạo thành hệ số tương hợp cuối cùng. Tuy nhiên, việc tạo các điểm bên trong cuối cùng được ràng buộc để có ít nhất N điểm từ RANSAC của vùng mắt - mạch máu. Theo một số ứng dụng, giá trị tối thiểu thông thường cho N là 3.

Theo một số ứng dụng, bộ tương hợp được ứng dụng để thực hiện quyết định cuối cùng dựa vào so sánh điểm số với ngưỡng. Theo cách làm ví dụ:

Bước 1: Nếu $SV > 3,2$, người sử dụng được xác thực, và các bước 2 và 3 được bỏ qua.

Bước 2: Nếu $SVP > 3,4$, người sử dụng được xác thực, và bước 3 được bỏ qua.

Bước 3: Nếu $SP > 3.2$, người sử dụng được xác thực.

Kết thúc quy trình.

Trong trường hợp quy trình nhiều bước trên không xác thực người sử dụng, một mẫu đăng ký khác từ kho lưu trữ đăng ký có thể được thu hồi, hoặc hình ảnh xác minh mới có thể thu được, cho đến khi đạt được điều kiện thoát nhất định (như giới hạn thời gian). Các kết hợp khác của các ngưỡng SV , SVP và SP được xem xét. Nếu một hoặc nhiều vùng quan tâm không khả dụng để quét do các bất thường bất nguồn từ, ví dụ, kính đeo hoặc vật chói, hệ thống có thể sử dụng các vùng khả dụng khác.

Fig.4 minh họa một ứng dụng của phương pháp đăng ký sinh trắc và xác thực sử dụng bước tương hợp tiên tiến, bao gồm pha đăng ký trong đó các mẫu đăng ký được tạo dựa vào các vùng mắt - mạch máu và quanh mắt, và pha xác minh trong đó bước tương hợp tiên tiến có thể được thực hiện dựa vào các hình ảnh thu được và các mẫu đăng ký. Các bước được minh họa trong Fig.4 có thể được thực hiện theo các kỹ thuật được mô tả ở đây.

Trong một số trường hợp, các đặc tính sinh trắc đơn lẻ có thể được chia thành nhiều ROI, sau đó tương hợp từng bước. Ví dụ, các vùng quan trọng của vùng quanh mắt có thể được phân chia thành n phần và sau đó được tương hợp từng bước.

Theo một ứng dụng, chất lượng của một số hay tất cả các ROI cụ thể có thể được đo và xếp hạng, và quy trình tương hợp có thể được thêm từng bước vào mỗi ROI dựa vào xếp hạng tương ứng cần thiết để đạt được sự chắc chắn mong muốn trong việc xác định tương hợp sinh trắc.

Theo một ứng dụng khác, số đo khoảng cách dựa vào hình ảnh hoặc tương tự phát hiện tư thế người sử dụng, các điều kiện ánh sáng, hoặc các cử động khuôn mặt mà có thể làm mép một số vùng sinh trắc quan tâm như vùng quanh mắt. Các thay đổi này có thể có hiệu lực trong khi đăng ký hoặc được thêm vào kho lưu trữ mẫu dựa vào chính sách cập nhật mẫu. Tại thời điểm xác minh, bộ tương hợp có thể thử truy hồi các mẫu liên quan nhất từ kho lưu trữ dựa vào số đo tương tự hình ảnh được đề cập trên.

Theo một ứng dụng khác, nếu quy trình tương hợp gặp tư thế mới hoặc biểu đạt của khuôn mặt mới, thì biểu đạt giống nhất được sử dụng và trường hợp đặc biệt của bộ tương hợp tiên tiến được áp dụng. Ví dụ, trường hợp đặc biệt có thể phân chia vùng quanh mắt thành nhiều phần sử dụng quy trình tạo cụm, và trong mỗi phần của điểm số và ma trận chuyển đổi được tạo ra. Điểm số cuối cùng có thể được xác định bằng các hợp trọng số của tất cả các điểm số phân mảnh riêng biệt. Các trọng số này được xác định bởi lượng biến dạng được quan sát qua tất cả các ma trận biến đổi. Việc kết hợp hệ số là có thể.

Fig.5 minh họa một phương án của hệ thống cục bộ để tạo các mẫu sinh trắc bảo mật và thực hiện xác minh người sử dụng theo các kỹ thuật được mô tả ở đây. Thiết bị người sử dụng 500 có thể bao gồm bộ cảm biến hình ảnh 530, bộ xử lý 540, bộ nhớ 550, phần cứng sinh trắc và/hoặc phần mềm 560, và bus hệ thống mà nối các thành phần hệ thống, bao gồm bộ nhớ 550 đến bộ xử lý 540. Thiết bị người sử dụng 500 có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, điện thoại thông minh, đồng hồ thông minh, kính thông minh, máy tính bảng, máy tính xách tay, máy thu hình, thiết bị chơi trò chơi, máy phát nhạc, điện thoại di động, laptop, palmtop, thiết bị đầu cuối thông minh, máy tính mạng, thiết bị hỗ trợ số cá nhân, thiết bị không dây, thiết bị gia dụng thông tin, trạm làm việc, máy tính mini, máy tính trung ương, hoặc thiết bị tính toán khác mà có thể hoạt động như là máy tính cho mục đích nói chung hoặc thiết bị phần cứng mục đích đặc biệt mà thực hiện chức năng được mô tả ở đây.

Phần cứng sinh trắc và/hoặc phần mềm 560 bao gồm môđun xử lý hình ảnh 562 để thực hiện các thao tác trên các hình ảnh thu được bởi bộ cảm biến hình ảnh 530. Ví dụ, môđun xử lý hình ảnh 562 có thể thực hiện phân mảnh và tăng cường các

hình ảnh của mắt và vùng khuôn mặt xung quanh của người sử dụng 510 để hỗ trợ các cấu trúc mạch máu cô lập và các đặc điểm quan tâm khác. Môđun mẫu 564 tạo ra các mẫu sinh trắc dựa vào hình ảnh mạch máu và có thể thực hiện nhiều hoạt động làm mờ và trộn trên các mẫu. Môđun xác minh 566 kiểm tra căn cước của người sử dụng 510 bằng cách thực hiện các thao tác tương hợp giữa mẫu xác minh sinh trắc được tạo ra khi đọc sinh trắc và mẫu đăng ký được lưu trữ từ trước. Theo một số ứng dụng, chức năng nhất định có thể được thực hiện trên các thiết bị khác ngoài thiết bị người sử dụng 500. Ví dụ, thiết bị người sử dụng có thể thay vì chỉ bao gồm bộ cảm biến sinh trắc, như camera, và chức năng hình ảnh và chức năng xác minh có thể được thực hiện trên máy chủ từ xa có thể truy cập thiết bị người sử dụng 500 qua mạng, như internet.

Một cách cụ thể, các hệ thống và kỹ thuật được mô tả ở đây có thể được áp dụng trong hệ thống máy tính bao gồm thành phần đầu cuối, ví dụ, máy chủ dữ liệu, hoặc bao gồm thành phần trung gian, ví dụ máy chủ ứng dụng, hoặc bao gồm thành phần phía trước, ví dụ, máy tính khách có giao diện người dùng đồ họa hoặc trình duyệt web qua đó người dùng có thể tương tác với theo một ứng dụng của các hệ thống và kỹ thuật được mô tả ở đây), hoặc tổ hợp bất kỳ các thành phần đầu cuối, hoặc các thành phần phía trước. Các thành phần của hệ thống có thể được kết nối ở dạng hoặc vật ghi truyền thông dữ liệu số bất kỳ (ví dụ, mạng truyền thông). Các ví dụ về mạng truyền thông bao gồm như không bị giới hạn ở mạng cục bộ (local area network - LAN), mạng diện rộng (wide area network - WAN), và, internet.

Hệ thống máy tính có thể bao gồm máy khách và máy chủ. Máy khách và máy chủ thường cách biệt nhau và có thể tương tác qua mạng truyền thông. Mỗi liên hệ của máy khách và máy chủ xuất hiện nhờ các chương trình chạy trên máy tính tương ứng và có mỗi liên hệ máy chủ - máy khách với nhau. Nhiều phương án làm ví dụ đã được mô tả. Tuy nhiên, cần hiểu rằng nhiều cải biến có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi và mục đích của sáng chế.

Các ứng dụng thực hiện sáng chế và các thao tác chức năng được mô tả trong bản mô tả này có thể được triển khai trong mạch điện dạng số, hoặc trong phần mềm máy tính, vi chương trình, hoặc phần cứng, bao gồm các cấu trúc được bộc lộ trong

bản mô tả này và các cấu trúc tương đương, hoặc kết hợp của một hoặc nhiều cấu trúc này. Các phương án thực hiện sáng chế được mô tả trong bản mô tả này có thể được triển khai dưới dạng một hoặc nhiều chương trình máy tính, ví dụ, một hoặc nhiều môđun lệnh chương trình máy tính được mã hóa trên vật ghi máy tính để thực thi bởi, hoặc điều khiển thao tác của thiết bị xử lý dữ liệu. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các lệnh chương trình có thể được mã hóa trên tín hiệu lan truyền nhân tạo, ví dụ tín hiệu điện, quang, điện từ được tạo bằng máy, được tạo ra để mã hóa thông tin để truyền đến thiết bị thu thích hợp để thực thi bởi thiết bị xử lý dữ liệu. Vật ghi máy tính có thể là, hoặc được bao gồm trong, thiết bị bộ nhớ đọc được bằng máy tính, vật ghi đọc được bằng máy tính, thiết bị bộ nhớ ngẫu nhiên hoặc theo chuỗi, hoặc kết hợp của một hoặc nhiều thành phần này. Ngoài ra, trong khi vật ghi máy tính không phải là tín hiệu truyền, vật ghi lưu trữ máy tính có thể là nguồn hoặc đích của các lệnh chương trình máy tính được mã hóa trong tín hiệu truyền nhân tạo. Vật ghi máy tính cũng có thể là, hoặc nằm trong, một hoặc nhiều thành phần hoặc phương tiện vật lý riêng biệt (ví dụ, các đĩa CD, hoặc các thiết bị lưu trữ khác).

Các thao tác được mô tả ở trong bản mô tả này có thể được áp dụng dưới dạng các thao tác được thực hiện bởi thiết bị xử lý dữ liệu trên dữ liệu được lưu trữ trên một hoặc nhiều thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính hoặc nhận được từ nguồn khác.

Thuật ngữ "thiết bị xử lý dữ liệu" bao gồm tất cả các loại thiết bị, dụng cụ, và máy để xử lý dữ liệu, bao gồm, ví dụ, bộ xử lý lập trình được, máy tính, hệ thống trên vi mạch, hoặc kết hợp của các thiết bị nêu trên. Thiết bị này có thể bao gồm mạch logic mục đích đặc biệt, ví dụ, mảng cổng lập trình dạng trường (FPGA) hoặc mạch tích hợp ứng dụng chuyên dụng (ASIC). Thiết bị này cũng có thể bao gồm, ngoài phần cứng, mã mà tạo ra môi trường thực thi cho chương trình máy tính, ví dụ, mã bao gồm vi phần mềm của bộ xử lý, tập hợp giao thức, hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu, hệ điều hành, môi trường chạy giữa các nền tảng, máy ảo, hoặc kết hợp của chúng). Thiết bị và môi trường thực thi có thể nhận dạng các kiến trúc mô hình tính toán khác nhau, như các dịch vụ web, kiến trúc tính toán phân tán và kiến trúc điện toán lưới.

Chương trình máy tính (cũng được biết đến dưới dạng chương trình, phần mềm, ứng dụng phần mềm, tập lệnh hoặc mã) có thể được ghi ở dạng ngôn ngữ lập

trình bất kỳ, bao gồm ngôn ngữ biên dịch hoặc ngôn ngữ thông dịch, ngôn ngữ khai báo hoặc ngôn ngữ thủ tục và có thể được triển khai ở bất kỳ dạng nào, bao gồm chương trình độc lập hoặc môđun, thành phần, thủ tục con, đối tượng, hoặc đơn vị khác phù hợp để sử dụng trong môi trường điện toán. Chương trình máy tính có thể không nhất thiết tương ứng với một tệp tin trong hệ thống tệp tin. Chương trình có thể được lưu trữ trong một phần của tệp tin mà chứa chương trình hoặc dữ liệu khác (ví dụ một hoặc nhiều tập lệnh được lưu trữ trong tài nguyên ngôn ngữ đánh dấu), trong tệp tin đơn lẻ chuyên dụng cho chương trình liên quan, hoặc tệp tin đa phối hợp (ví dụ các tệp tin lưu trữ một hoặc nhiều môđun, chương trình con, hoặc nhiều phần mã chương trình). Chương trình máy tính có thể được triển khai để thực thi trên một máy tính hoặc trên nhiều máy tính mà được bố trí tại một vị trí hoặc được phân bố tại nhiều vị trí và được kết nối qua mạng truyền thông.

Các phương án của các đối tượng được mô tả ở đây có thể được triển khai trong hệ thống máy tính bao gồm thành phần phía sau, ví dụ, máy chủ dữ liệu, hoặc bao gồm thành phần giữa, ví dụ máy chủ ứng dụng, hoặc bao gồm thành phần phía trước, ví dụ, máy tính khách có giao diện người dùng đồ họa hoặc trình duyệt web qua đó người dùng có thể tương tác với các hình thức triển khai theo sáng chế được mô tả trong bản mô tả này, hoặc tổ hợp bất kỳ của một hoặc nhiều thành phần phía sau, thành phần ở giữa hoặc thành phần phía trước này. Các thành phần của hệ thống có thể được kết nối ở dạng hoặc vật ghi truyền thông dữ liệu số bất kỳ, ví dụ, mạng truyền thông. Các ví dụ về mạng truyền thông bao gồm như không bị giới hạn ở mạng cục bộ (local area network - LAN) và mạng diện rộng (wide area network - WAN), liên mạng (ví dụ, internet), và mạng ngang hàng (ví dụ, mạng ngang hàng tùy biến).

Hệ thống máy tính có thể bao gồm máy khách và máy chủ. Máy khách và máy chủ thường cách biệt nhau và có thể tương tác qua mạng truyền thông. Mỗi liên hệ của máy khách và máy chủ xuất hiện nhờ các chương trình chạy trên máy tính tương ứng và có mỗi liên hệ máy chủ - máy khách với nhau. Theo một số phương án, máy chủ truyền dữ liệu (ví dụ, trang HTML) đến thiết bị máy khách (ví dụ, cho các mục đích hiển thị dữ liệu và nhận đầu vào dữ liệu từ người sử dụng tương tác với thiết bị

máy khách). Dữ liệu được tạo ra tại thiết bị máy khách (ví dụ, kết quả của tương tác của người sử dụng) có thể nhận được thiết bị máy khách tại máy chủ.

Hệ thống của một hoặc nhiều máy tính có thể được tạo cấu hình để thực hiện các thao tác hoặc hoạt động cụ thể nhờ phần mềm, phần cứng, hoặc kết hợp của chúng được cài đặt trên hệ thống mà khi hoạt động làm cho hệ thống thực hiện các hoạt động này. Một hoặc nhiều chương trình máy tính có thể được tạo cấu hình để thực hiện các thao tác hoặc hoạt động cụ thể nhờ các lệnh mà khi được thực hiện bởi thiết bị xử lý dữ liệu, làm cho thiết bị thực hiện các hoạt động này.

Mặc dù bản mô tả này bao gồm nhiều mô tả cụ thể, nhưng các phần mô tả này không được hiểu mang ý nghĩa giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế hoặc bộ yêu cầu bảo hộ, mà chỉ là các phần mô tả về các dấu hiệu đặc điểm của các đối tượng cụ thể. Các dấu hiệu được mô tả trong bản mô tả này trong ngữ cảnh các ứng dụng riêng rẽ cũng có thể được triển khai ở dạng kết hợp trong ứng dụng thực hiện duy nhất. Ngược lại, nhiều dấu hiệu được mô tả trong ngữ cảnh phương án duy nhất cũng có thể được triển khai dưới dạng nhiều ứng dụng riêng rẽ hoặc ở dạng tổ hợp phụ thích hợp bất kỳ. Ngoài ra, mặc dù các dấu hiệu có thể được mô tả trên có vai trò trong các kết hợp nhất định và thậm chí ban đầu được yêu cầu bảo hộ sao cho, một hoặc nhiều dấu hiệu từ các kết hợp được yêu cầu bảo hộ, trong một số trường hợp, có thể được thực hiện từ tổ hợp này, và tổ hợp yêu cầu bảo hộ này có thể là tổ hợp phụ bất kỳ hoặc biến thể của tổ hợp phụ.

Tương tự như vậy, trong khi các thao tác được minh họa trong các hình vẽ theo thứ tự cụ thể, điều này không nên được hiểu rằng các thao tác này cần được thực hiện theo thứ tự nhất định hoặc theo trình tự nhất định, hoặc tất cả các thao tác được minh họa được thực hiện, để tạo ra kết quả mong đợi. Trong các trường hợp nhất định, việc xử lý đa nhiệm và xử lý song song có thể là có lợi. Ngoài ra, việc phân tách nhiều thành phần của hệ thống theo các ứng dụng được mô tả trên không nên được hiểu rằng cần phân tách như vậy trong tất cả các ứng dụng, và cần hiểu rằng các thành phần và hệ thống của chương trình nói chung có thể được kết hợp với nhau trong sản phẩm phần mềm duy nhất hoặc được đóng gói vào nhiều sản phẩm phần mềm.

Do đó, các ứng dụng cụ thể của các đối tượng đã được mô tả. Các ứng dụng khác nằm trong phạm vi bảo hộ của bộ yêu cầu bảo hộ sau đây. Trong một số trường hợp, các bước được nêu trong bộ yêu cầu bảo hộ có thể được thực hiện theo các thứ tự khác nhau nhưng vẫn đạt được kết quả mong muốn. Ngoài ra, các quy trình được minh họa trong các hình vẽ kèm theo không cần thiết thứ tự, hoặc trình tự cụ thể, để đạt được kết quả mong muốn. Trong các ứng dụng nhất định, việc xử lý đa nhiệm và xử lý song song có thể là có lợi.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính để xác định số đo chất lượng trong xác thực trắc học, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận hình ảnh của vùng khuôn mặt người sử dụng, vùng khuôn mặt này bao gồm mắt và vùng bao quanh mắt;

xác định vùng hình ảnh mắt bao gồm ít nhất một phần của mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt;

xác định một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt, mỗi vùng bao gồm ít nhất một phần của vùng quanh mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt;

xếp hạng các vùng hình ảnh quanh mắt dựa vào các số đo chất lượng tương ứng được tính toán một cách riêng rẽ cho mỗi trong số các vùng hình ảnh quanh mắt;

xác định các điểm quan tâm trong ít nhất một trong số cùng hình ảnh mắt và một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt;

tính toán, đối với mỗi điểm quan tâm, giá trị vùng cho cấu trúc quanh điểm quan tâm; và

xác định ít nhất một số đo chất lượng cho ít nhất một phần của hình ảnh của vùng khuôn mặt dựa vào các điểm quan tâm và các giá trị vùng được tính toán tương ứng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong bước tính toán giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể bao gồm:

tính toán ít nhất một mẫu nhị phân cục bộ trong phần liền kề hình vuông (BP) cho điểm quan tâm cụ thể; và

tính toán ít nhất một BP cho một hoặc nhiều khoảng dịch điểm từ điểm quan tâm cụ thể.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước tính giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể còn bao gồm việc thiết lập giá trị vùng tới trung bình của các giá trị vùng được tính cho điểm quan tâm cụ thể và các điểm dịch.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước tính toán ít nhất một BP cho điểm quan tâm cụ thể còn bao gồm việc tính toán các BP, mỗi BP có vùng liền kề khác nhau, cho điểm quan tâm cụ thể, và trong đó bước tính toán ít nhất một BP cho các điểm dịch bao gồm việc tính toán các BP, mỗi BP có một vùng liền kề khác nhau, cho mỗi điểm dịch.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong bước tính toán giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể bao gồm:

giảm nhiều BP thành mẫu nhị phân nhiễu (NBP - Noisy Binary Pattern); và

tạo mẫu nhị phân chung (genBP - general binary pattern) từ NBP.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một phần của hình ảnh vùng khuôn mặt bao gồm vùng mắt hoặc ít nhất một trong số các vùng quanh mắt.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xếp hạng các vùng hình ảnh quanh mắt dựa vào ít nhất một trong số khả năng phân biệt tương ứng của mỗi vùng hình ảnh quanh mắt.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước sử dụng các vùng hình ảnh quanh mắt trong bộ tương hợp sinh trắc tiên tiến dựa ít nhất một phần vào thứ hạng số đo chất lượng và/hoặc khả năng phân biệt tương ứng của các vùng hình ảnh quanh mắt.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

xác định rằng chênh lệch về số đo chất lượng được tính toán giữa vùng thứ nhất trong số các vùng hình ảnh mắt hoặc vùng hình ảnh quanh mắt và vùng thứ hai trong số các vùng hình ảnh mắt hoặc vùng hình ảnh quanh mắt vượt quá ngưỡng; và

chỉ báo sự hiện diện giả mạo dựa vào chênh lệch về các số đo chất lượng được tính toán.

10. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính để xác định số đo chất lượng trong xác thực sinh trắc học, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận hình ảnh của vùng khuôn mặt người sử dụng, vùng khuôn mặt này bao gồm mắt và vùng bao quanh mắt;

xác định vùng hình ảnh mắt bao gồm ít nhất một phần của mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt;

xác định một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt, mỗi vùng bao gồm ít nhất một phần của vùng quanh mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt;

xác định các điểm quan tâm trong ít nhất một trong số cùng hình ảnh mắt và một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt;

tính toán, đối với mỗi điểm quan tâm, giá trị vùng cho cấu trúc bao quanh điểm quan tâm, trong đó bước tính toán giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể bao gồm:

tính toán ít nhất một mẫu nhị phân cục bộ trong phần liên kề hình vuông (BP) cho điểm quan tâm cụ thể;

tính toán ít nhất một BP cho một hoặc nhiều khoảng dịch điểm từ điểm quan tâm cụ thể; và

thiết lập giá trị vùng cho cấu trúc bao quanh điểm quan tâm cụ thể tới giá trị trung bình của các giá trị vùng được tính cho điểm quan tâm cụ thể và các điểm dịch; và

xác định ít nhất một số đo chất lượng cho ít nhất một phần của hình ảnh của

vùng khuôn mặt dựa vào các điểm quan tâm và các giá trị vùng được tính toán tương ứng.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó các điểm dịch bao gồm nhiều vị trí điểm ảnh được dịch đồng đều theo các hướng khác nhau từ điểm quan tâm cụ thể.

12. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính để xác định số đo chất lượng trong xác thực sinh trắc học, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận hình ảnh của vùng khuôn mặt người sử dụng, vùng khuôn mặt này bao gồm mắt và vùng bao quanh mắt;

xác định vùng hình ảnh mắt bao gồm ít nhất một phần của mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt;

xác định một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt, mỗi vùng bao gồm ít nhất một phần của vùng quanh mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt;

xác định các điểm quan tâm trong ít nhất một trong số cùng hình ảnh mắt và một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt;

tính toán, đối với mỗi điểm quan tâm, giá trị vùng cho cấu trúc bao quanh điểm quan tâm, trong đó bước tính toán giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể bao gồm:

tính toán ít nhất một mẫu nhị phân cục bộ trong phần liên kề dạng hình vuông (BP) cho điểm quan tâm cụ thể, trong đó bước tính toán ít nhất một BP cho điểm quan tâm cụ thể bao gồm việc tính toán các BP, mỗi BP có phần liên kề khác nhau, đối với điểm quan tâm cụ thể;

tính toán ít nhất một BP cho một hoặc nhiều điểm dịch từ điểm quan tâm cụ thể, trong đó bước tính toán ít nhất một BP cho các điểm quan tâm cụ thể bao gồm việc tính toán các BP, mỗi BP có phần liên kề khác nhau, đối với điểm quan tâm cụ thể;

trong đó, bước tính các BP cho điểm quan tâm cụ thể bao gồm:

giảm các BP thành mẫu nhị phân nhiều (NBP); và

tạo mẫu nhị phân chung (genBP) từ NBP; và

xác định ít nhất một số đo chất lượng cho ít nhất một phần của hình ảnh của vùng khuôn mặt dựa vào các điểm quan tâm và các giá trị vùng được tính toán tương ứng.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong bước tính toán các BP cho điểm quan tâm cụ thể hoặc điểm dịch còn bao gồm:

tạo mẫu được lấy trọng số H từ genPB; và

tính toán giá trị vùng cho điểm quan tâm cụ thể hoặc khoảng dịch như là:

$$\frac{(L * \sum H)}{144}$$

L bao gồm độ dài tối đa của các zero liên tục trong genBP.

14. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính để xác định số đo chất lượng trong xác thực sinh trắc học, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận hình ảnh của vùng khuôn mặt người sử dụng, vùng khuôn mặt này bao gồm mắt và vùng bao quanh mắt;

xác định vùng hình ảnh mắt bao gồm ít nhất một phần của mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt;

xác định một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt, mỗi vùng bao gồm ít nhất một phần của vùng quanh mắt trong hình ảnh của vùng khuôn mặt;

xác định các điểm quan tâm trong ít nhất một trong số cùng hình ảnh mắt và một hoặc nhiều vùng hình ảnh quanh mắt;

tính toán, đối với mỗi điểm quan tâm, giá trị vùng cho cấu trúc quanh điểm quan tâm; và

xác định ít nhất một số đo chất lượng cho ít nhất một phần của hình ảnh của

vùng khuôn mặt dựa vào các điểm quan tâm và các giá trị vùng được tính toán tương ứng, trong đó bước xác định số đo chất lượng bao gồm:

tạo danh sách thứ tự các điểm quan tâm dựa vào các giá trị vùng tương ứng của các điểm quan tâm; và

tính toán các khoảng cách giữa các điểm quan tâm liên tiếp theo danh sách thứ tự, trong đó số đo chất lượng được tính toán như là:

$$\sum_{n=1}^p s_n * sw_n * dw_n$$

khi p bao gồm nhiều điểm quan tâm, s_n bao gồm giá trị vùng được tính toán cho điểm quan tâm n , sw_n bao gồm chỉ số điểm quan tâm được đánh trọng số n , và dw_n bao gồm trọng số cho khoảng cách tương ứng với điểm n trong danh sách thứ tự.

15. Hệ thống để xác định số đo chất lượng trong xác thực sinh trắc học, hệ thống này bao gồm:

thiết bị xử lý dữ liệu; và

ít nhất một bộ nhớ được kết nối với thiết bị xử lý dữ liệu có các lệnh được lưu tại đó, trong đó khi được thực thi bởi thiết bị xử lý dữ liệu, làm cho thiết bị xử lý dữ liệu thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên.

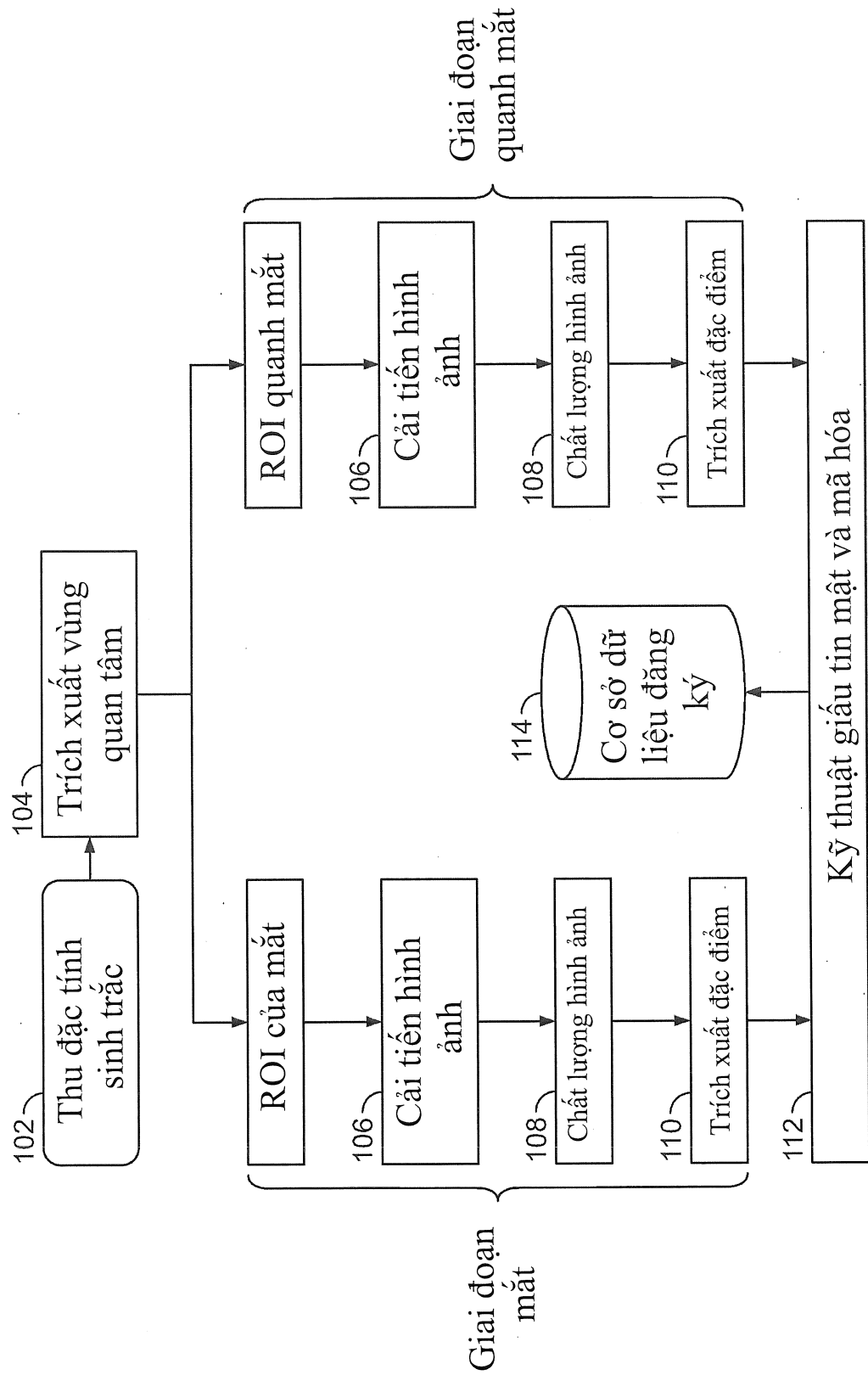


FIG. 1



4/6

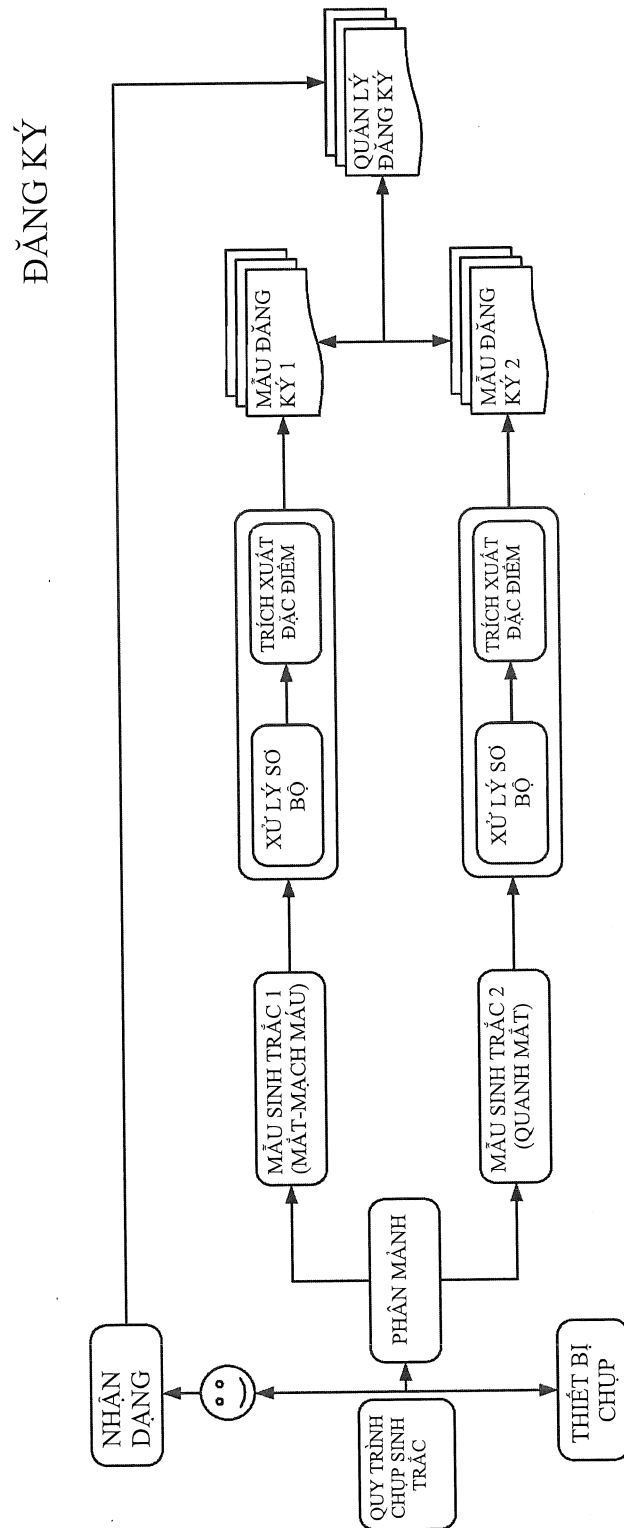


FIG. 4

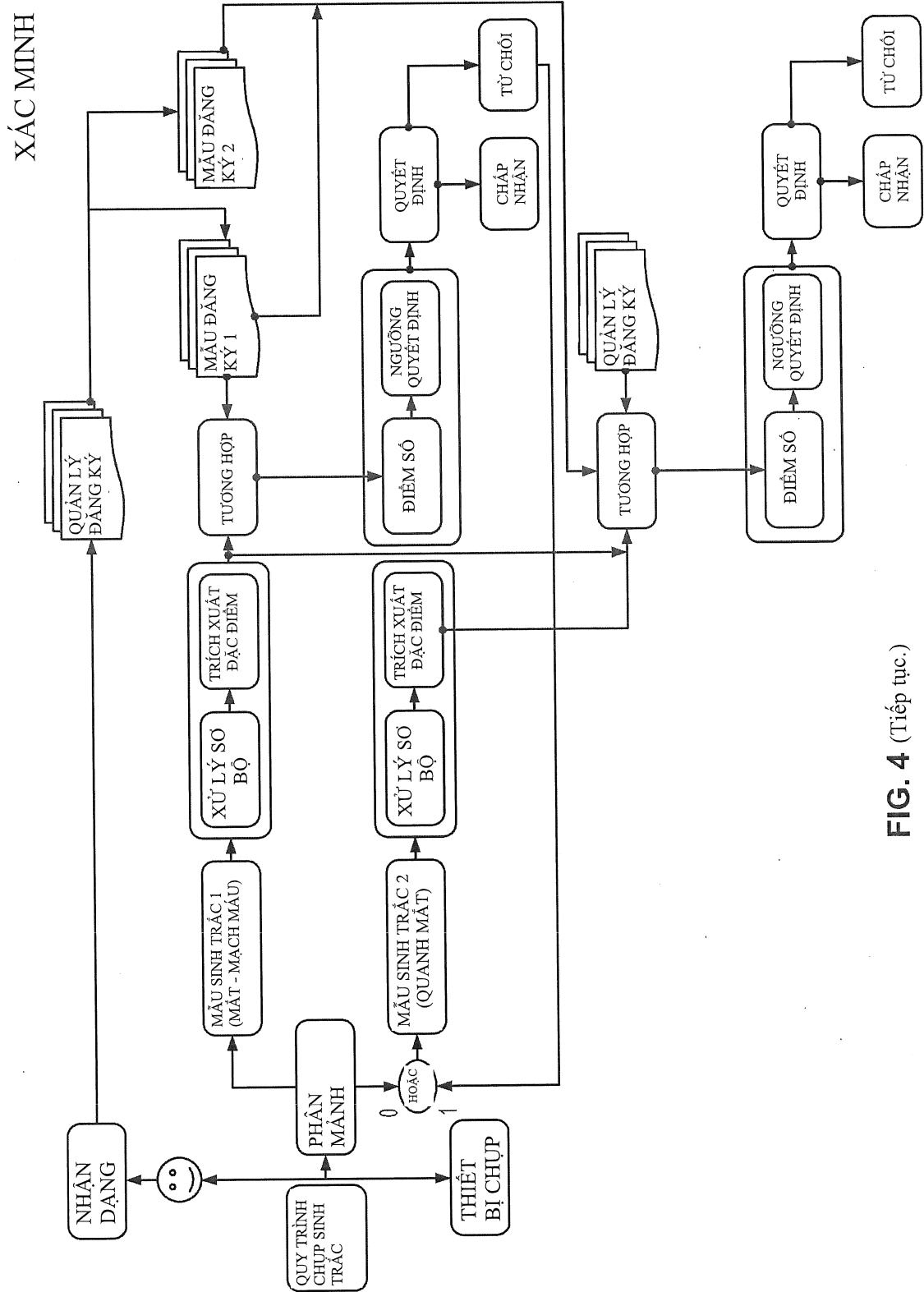


FIG. 4 (Tiếp tục.)

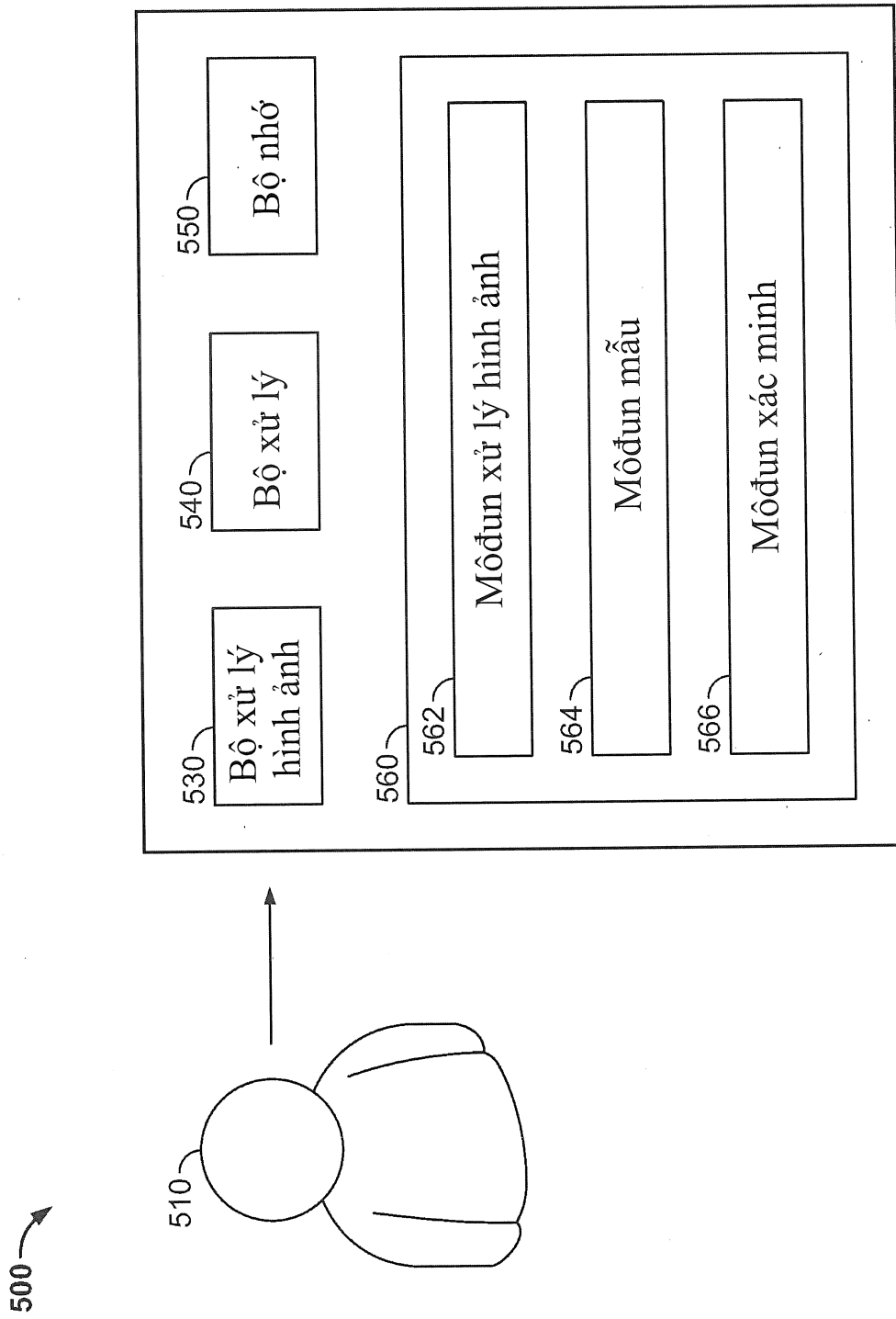


FIG. 5