



(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)



1-0027218

(51)⁷ G06T 17/00

(13) B

(21) 1-2016-04791

(22) 08/05/2015

(86) PCT/CN2015/078535 08/05/2015

(87) WO 2015/172679 A1 19/11/2015

(30) 201410204145.3 14/05/2014 CN

(45) 25/01/2021 394

(43) 27/02/2017 347A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

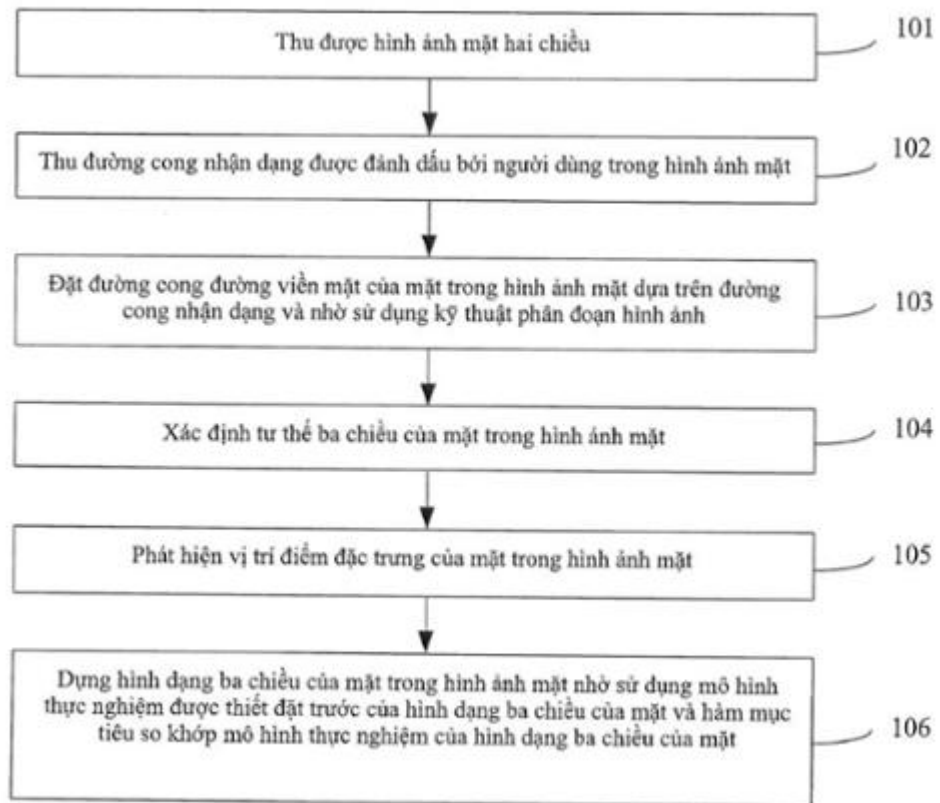
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong
518129, P.R. China

(72) ZHANG, Wei (CN); XU, Chunjing (CN); LIU, Jianzhuang (CN).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ HÌNH ẢNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý hình ảnh, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: thu được hình ảnh hai chiều mục tiêu; thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân bố đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu; đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh; xác định tư thế ba chiều và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu; và dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều và hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều. Theo phương pháp và thiết bị này, độ phức tạp trong việc dựng hình dạng mặt ba chiều có thể được giảm đi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật xử lý hình ảnh, và cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý hình ảnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc dựng lại mặt ba chiều dựa trên hình ảnh đề cập đến việc dựng mô hình mặt ba chiều theo hình ảnh hoặc video hai chiều bao gồm mặt. Việc dựng lại mặt ba chiều là phần tập trung nghiên cứu trong lĩnh vực nghiên cứu thị giác máy tính, và được áp dụng rộng rãi vào các lĩnh vực như chứng thực và nhận dạng thông tin sinh học, các trò chơi trên máy tính, và hệ thống hội nghị trên điện thoại.

Theo quy trình dựng lại mặt ba chiều, hình dạng ba chiều và kết cấu mặt cần được khôi phục từ hình ảnh hai chiều của mặt, và sau đó sự kết cấu hóa được thực hiện trên hình dạng ba chiều và kết cấu mặt, để dựng mặt ba chiều. Để dựng chính xác mặt ba chiều, trong quy trình dựng hình dạng mặt ba chiều, hình ảnh mặt cần được chụp nhờ sử dụng camera kép, để thu được hình ảnh hai chiều và thông tin độ sâu của mặt, thông tin kết cấu hai chiều trong hình ảnh hai chiều được trích ra, và việc dựng hình dạng ba chiều được thực hiện nhờ sử dụng thông tin kết cấu hai chiều và thông tin độ sâu. Tuy nhiên, theo cách dựng hình dạng mặt ba chiều nhờ sử dụng thông tin kết cấu hai chiều và thông tin độ sâu của hình ảnh hai chiều, ở cùng thời điểm khi hình ảnh hai chiều được chụp, thông tin độ sâu tương ứng với hình ảnh hai chiều thu được, điều này đặt ra yêu cầu tương đối cao đối với thiết bị chụp hình ảnh mặt. Vì vậy, làm tăng độ phức tạp của việc dựng hình dạng mặt ba chiều, và theo đó cũng làm tăng độ phức tạp của việc dựng lại mặt ba chiều, điều này gây cản trở đối với việc phát triển rộng rãi trong việc dựng lại mặt ba chiều.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết nhược điểm nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị xử lý hình ảnh để làm giảm độ phức tạp trong việc dựng

lại mặt ba chiều.

Để đạt được mục đích nêu trên, khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề xuất phương pháp xử lý hình ảnh, bao gồm các bước:

thu được hình ảnh hai chiều mục tiêu;

thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo vị trí của vùng đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh;

xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

và

dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều và hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, trong đó hàm mục tiêu được sử dụng để xác định hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, và ánh xạ đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện khả thi thứ nhất, bước thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm:

thu đường cong đường viền mặt ban đầu mà của mặt và được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu; và

bước đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh bao

gồm:

trích ra vùng hình ảnh con bao gồm đường cong đường viền mặt ban đầu từ hình ảnh mặt mục tiêu;

phân chia vùng hình ảnh con nhờ sử dụng công nghệ phân đoạn dư hình ảnh, để thu được ít nhất hai vùng phân đoạn;

trích ra các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn; và

so khớp, nhờ sử dụng giải thuật so khớp đường cong từ các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn, đường cong đường biên gần với đường cong đường viền mặt ban đầu nhất, và xác định đường cong đường biên đã được so khớp là đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện khả thi thứ hai, bước thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm:

thu đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai mà được nhập vào bởi người dùng vào trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng thứ nhất được sử dụng để nhận dạng vùng cận cảnh mà ở hình ảnh mặt mục tiêu và bao gồm mặt, và đường cong nhận dạng thứ hai được sử dụng để nhận dạng vùng hậu cảnh mà ở hình ảnh mặt mục tiêu và không gồm mặt; và

việc đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh bao gồm:

phân chia vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh dựa vào đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai; và

thực hiện việc trích ra đường thẳng đường viền trên hình ảnh mặt mục tiêu theo vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu, để trích ra đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện khả thi thứ ba, bước xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm:

phát hiện vùng mặt ở hình ảnh mặt mục tiêu;

thực hiện việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa tại vùng mặt; và

thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra và nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy tư thế được thiết đặt trước, để thu được tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện khả thi thứ tư, bước phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu bao gồm:

xác định vùng mặt trong hình ảnh mục tiêu;

thực hiện, theo vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước, việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa trong phạm vi định rõ của vị trí điểm đặc trưng ban đầu tại vùng mặt; và

thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng được thiết đặt trước, để thu được vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, cách thực hiện khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, cách thực hiện khả thi thứ hai của khía cạnh thứ nhất, cách thực hiện khả thi thứ ba của khía cạnh thứ nhất, hoặc cách thực hiện khả thi thứ tư của khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện khả thi thứ năm, việc dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều và hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều bao gồm:

xác định trị số tối ưu của hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều theo các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều nhờ sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều,

trong đó hàm mục tiêu là:

$$\{\theta^*, b^*\} = \operatorname{argmin}_{\{\theta, b\}} \| (X^c, X^e) - (I^c, I^e) P_\theta(\mu + \Phi b) \|_2 + \lambda \| b / \rho \|_2, \text{ trong đó}$$

θ là tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, θ^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều của mặt, b là hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, b^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng b mà trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều và được xác định theo hàm mục tiêu, X^c là sự biểu diễn tham số hóa của đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, X^e là sự biểu diễn tham số hóa của vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, I^c là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi đường cong đường viền mặt X^c được ánh xạ lên không gian ba chiều, I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được ánh xạ lên không gian ba chiều, μ là mô tả trung bình được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, Φ là mô tả tuyến tính của sự biến dạng mặt, P_θ là hàm chiếu được xác định nhờ sử dụng tư thế ba chiều θ của mặt, và ρ là tham số biến dạng thực nghiệm được thiết đặt trước; trong đó

$$I^c = \operatorname{argmin}_{\{S'\}} \| P_\theta(S') - X^c \|_2; \text{ và}$$

S' hình dạng mặt ba chiều ban đầu được thiết đặt trước; và

nhập trị số tối ưu của hệ số biến dạng vào mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, để dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều là:

$$S = \mu + \Phi b; \text{ trong đó}$$

S là sự biểu diễn tham số hóa của hình dạng mặt ba chiều.

Theo khía cạnh khác, khía cạnh thứ hai của sáng chế đề xuất thiết bị xử lý hình ảnh, bao gồm:

thiết bị thu được hình ảnh, được tạo cấu hình để thu được hình ảnh hai chiều mục tiêu;

bộ nhập, được tạo cấu hình để thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân phối đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

bộ đặt đường viền, được tạo cấu hình để đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh;

bộ xác định tư thế, được tạo cấu hình để xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

bộ đặt điểm đặc trưng, được tạo cấu hình để phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu; và

bộ dựng hình dạng, được tạo cấu hình để dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều và hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, trong đó hàm mục tiêu được sử dụng để xác định hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, và các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện khả thi thứ nhất, bộ nhập bao gồm:

bộ nhập con thứ nhất, được tạo để thu đường cong đường viền mặt ban đầu của mặt và được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu; và

bộ đặt đường viền bao gồm:

bộ trích con, được tạo cấu hình để trích ra vùng hình ảnh con bao gồm đường cong đường viền mặt ban đầu từ hình ảnh mặt mục tiêu;

bộ phân đoạn vùng con, được tạo cấu hình để phân chia vùng hình ảnh con nhờ sử dụng công nghệ phân đoạn dư hình ảnh, để thu được ít nhất hai vùng phân đoạn;

bộ con trích đường biên, được cấu tạo để trích ra các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn; và

bộ con đặt đường viền thứ nhất, được cấu tạo để so khớp, nhờ sử dụng giải thuật so khớp đường cong từ các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn, đường cong đường biên gần với đường cong đường viền mặt ban đầu nhất, và xác định đường cong đường biên đã được so khớp như là đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện khả thi thứ hai, bộ nhập bao gồm:

bộ nhập con thứ hai, được cấu tạo để thu đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai mà được nhập vào bởi người dùng vào trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng thứ nhất được sử dụng để nhận dạng vùng cận cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và bao gồm mặt, và đường cong nhận dạng thứ hai được sử dụng để nhận dạng vùng hậu cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và không bao gồm mặt; và

bộ đặt đường viền bao gồm:

bộ con phân đoạn cận cảnh, được cấu tạo để phân chia vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh dựa vào đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai; và

bộ con đặt đường viền thứ hai, được cấu tạo để thực hiện việc trích đường thẳng đường viền trên hình ảnh mặt mục tiêu theo vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu, để trích ra đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện khả thi thứ ba, bộ xác định tư

thể bao gồm:

bộ phát hiện mặt, được cấu tạo để phát hiện vùng mặt của hình ảnh mặt mục tiêu;

bộ trích đặc trưng thứ nhất, được cấu tạo để thực hiện việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa tại vùng mặt; và

bộ dự đoán tư thế, được cấu tạo để thực hiện việc dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra và nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy tư thế được thiết đặt trước, để thu được tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện khả thi thứ tư, bộ đặt điểm đặc trưng bao gồm:

bộ xác định vùng mặt, được cấu tạo để xác định vùng mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

bộ trích đặc trưng thứ hai, được cấu tạo để thực hiện, theo vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước, việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa trong phạm vi được định rõ của vị trí điểm đặc trưng ban đầu tại vùng mặt; và

bộ dự đoán điểm đặc trưng, được cấu tạo để thực hiện việc dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng được thiết đặt trước, để thu được vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, cách thực hiện khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ hai, cách thực hiện khả thi thứ hai của khía cạnh thứ hai, cách thực hiện khả thi thứ ba của khía cạnh thứ hai, hoặc cách thực hiện khả thi thứ tư của khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện khả thi thứ năm, bộ dựng hình dạng bao gồm:

bộ xác định tham số biến dạng, được cấu tạo để xác định trị số tối ưu của hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều theo các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên

không gian ba chiều nhờ sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, trong đó hàm mục tiêu là:

$$\{\theta^*, b^*\} = \operatorname{argmin}_{\{\theta, b\}} \| (X^c, X^e) - (I^c, I^e) P_\theta(\mu + \Phi b) \|_2 + \lambda \| b / \rho \|_2; \text{ trong đó}$$

θ là tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu, θ^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều của mặt, b là hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, b^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng b mà trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều và được xác định theo hàm mục tiêu, X^c là sự biểu diễn tham số hóa của đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, X^e là sự biểu diễn tham số hóa của vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, I^c là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi đường cong đường viền mặt X^c được ánh xạ lên không gian ba chiều, I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được ánh xạ lên không gian ba chiều, μ là mô tả trung bình được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, Φ là mô tả tuyến tính của sự biến dạng mặt, P_θ là hàm chiếu được xác định nhờ sử dụng tư thế ba chiều θ của mặt, và ρ là tham số thực hiện của sự biến dạng được thiết đặt trước; trong đó

$$I^c = \operatorname{argmin}_{\{S'\}} \| P_\theta(S') - X^c \|_2; \text{ và}$$

S' hình dạng mặt ba chiều ban đầu được thiết đặt trước; và

bộ con dựng hình dạng, được cấu tạo để nhập trị số tối ưu của hệ số biến dạng vào mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, để dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu, trong đó mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều là:

$$S = \mu + \Phi b; \text{ trong đó}$$

S là sự biểu diễn tham số hóa của hình dạng mặt ba chiều.

Từ giải pháp kỹ thuật nêu trên có thể thấy rằng sau khi hình ảnh hai chiều mục tiêu thu được, hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng

mặt ba chiều được xác định theo tư thế ba chiều, vị trí điểm đặc trưng, và đường cong đường viền mặt của mặt được xác định trong hình ảnh mục tiêu, và các ảnh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều nhờ sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, và hình dạng ba chiều của mặt được xác định nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm. Vì vậy, hình dạng ba chiều của mặt có thể được dựng theo hình ảnh mặt mục tiêu mà không yêu cầu hình ảnh mặt mục tiêu phải bao gồm thông tin độ sâu, nhờ đó làm giảm độ phức tạp trong việc dựng lại mặt ba chiều.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả rõ ràng hơn các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế, phần dưới đây mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo được yêu cầu để mô tả các phương án của sáng chế. Rõ ràng là, các hình vẽ kèm theo trong phần mô tả dưới đây chỉ thể hiện một số phương án của sáng chế, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực vẫn có thể suy ra các hình vẽ khác từ các hình vẽ này mà không cần nghiên cứu sáng tạo.

Fig.1 là lưu đồ thể hiện phương án về phương pháp xử lý hình ảnh theo sáng chế;

Fig.2a và Fig.2b là các sơ đồ thể hiện việc trích đường cong đường viền mặt theo đường cong nhận dạng được nhập bởi người dùng theo sáng chế;

Fig.3 là hình vẽ sơ lược thể hiện đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mục tiêu;

Fig.4 thể hiện hình vẽ sơ lược của kết cấu hệ thống của thiết bị tương tác đối với quy trình xử lý hình ảnh theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 thể hiện lưu đồ về cách thực hiện trong việc xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu trong phương pháp xử lý hình ảnh theo sáng chế;

Fig.6 là lưu đồ thể hiện cách thực hiện trong việc phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu trong phương pháp xử lý hình ảnh theo

sáng chế;

Fig.7A và Fig.7B là các lưu đồ thể hiện phương án khác về phương pháp xử lý hình ảnh theo sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ kết cấu thể hiện phương án của thiết bị xử lý hình ảnh theo sáng chế; và

Fig.9 là sơ đồ kết cấu thể hiện phương án của nút tính toán theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị xử lý hình ảnh, để làm giảm độ phức tạp trong việc dựng lại mặt ba chiều.

Phần mô tả dưới đây mô tả rõ ràng và đầy đủ các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế có dựa vào các hình vẽ kèm theo theo các phương án của sáng chế. Rõ ràng là, các phương án được mô tả chỉ là một số phương án chứ không phải là tất cả các phương án của sáng chế. Tất cả các phương án khác thu được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực theo các phương án của sáng chế mà không cần nghiên cứu sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Trước hết, phương pháp dựng hình dạng mặt ba chiều được mô tả. Dựa vào Fig.1, Fig.1 là lưu đồ thể hiện phương án về phương pháp xử lý hình ảnh theo sáng chế, và phương pháp theo phương án này có thể bao gồm các bước:

101. Thu được hình ảnh hai chiều mục tiêu.

Hình ảnh mặt hai chiều thu được, để dựng hình dạng mặt ba chiều theo hình ảnh mặt.

Để dễ phân biệt, hình ảnh mặt đã được xử lý thu được được gọi là hình ảnh mặt mục tiêu.

102. Thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu.

Đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân bố đường viền mặt

trong hình ảnh mặt mục tiêu. Ví dụ, sự phân bố đường viền mặt có thể là hình dạng của đường viền mặt, vị trí của đường viền mặt, hoặc xu hướng của đường cong đường viền mặt.

Người dùng có thể phác họa đường cong nhận dạng trong hình ảnh mục tiêu đã được hiển thị nhờ sử dụng chuột hoặc theo cách trượt trên màn hình chạm hoặc cách tương tự.

103. Đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh.

Bởi vì đường cong nhận dạng có thể triển khai hàm chỉ báo vị trí của vùng đường cong mặt, nên việc phân chia hình ảnh mặt mục tiêu giúp cho xác định nhanh chóng và chính xác, tại các vùng phân đoạn, vùng bao gồm mặt, nhờ đó thu được chính xác đường cong đường viền mặt của mặt.

104. Xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

Tư thế ba chiều của mặt đề cập đến thông tin định hướng của mặt trong không gian ba chiều, nghĩa là, các góc quay của mặt trên các trục tọa độ X, Y, Z vuông góc với nhau trong không gian ba chiều.

Tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu có thể được xác định theo cách đã biết bất kỳ về việc phát hiện tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu, mà không bị giới hạn ở đây.

105. Phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

Theo phương án này, vị trí điểm đặc trưng của mặt có thể được phát hiện theo cách đã biết bất kỳ về vị trí điểm đặc trưng của mặt.

106. Dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều và hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều.

Mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều là mô hình thống kê mà thu được bằng phương pháp tập dữ liệu trước và được sử dụng để mô tả sự khác biệt giữa các hình dạng mặt khác nhau và sự thay đổi hình dạng mặt do ép. Bởi vì

mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều là mô hình được dựng theo sự nhận biết ưu tiên của hình dạng mặt, mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều cũng được đề cập đến trong lĩnh vực như là mô hình ưu tiên của hình dạng mặt ba chiều.

Mô hình thực nghiệm theo phương án này của sáng chế có thể là mô hình thực nghiệm bất kỳ của hình dạng mặt ba chiều, mà không bị giới hạn.

Hàm mục tiêu được sử dụng để xác định, theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, và các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều, hệ số biến dạng, tương ứng với hình dạng mặt ba chiều, trong mô hình thực nghiệm.

Để xác định hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu theo mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt, hệ số biến dạng, tương ứng với mặt trong hình ảnh mục tiêu, trong mô hình thực nghiệm cần được xác định trước hết. Vì vậy, dữ liệu như đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt cần được nhập vào hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm, để giải quyết hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm nhờ sử dụng hàm mục tiêu, và xác định hình dạng ba chiều của mặt theo mô hình thực nghiệm.

Khi hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm được xác định theo hàm mục tiêu, ngoài tư thế ba chiều và vị trí điểm đặc trưng, đường cong đường viền mặt của mặt và yếu tố làm biến dạng mặt, nghĩa là, ánh xạ của đường cong đường viền mặt của mặt lên không gian ba chiều cần được tin cậy hơn nữa. Vì vậy, hệ số biến dạng đã được xác định có thể phản ánh chính xác hơn sự biến dạng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, và sự chính xác hơn nữa của hình dạng ba chiều đã được dựng của mặt là tương đối cao.

Điều có thể được hiểu là theo phương án này, thứ tự của bước 102, bước 104, và bước 106 không bị giới hạn ở thứ tự được thể hiện trên Fig.1. Trên thực tế, trình tự của bước 102, bước 104, và bước 106 có thể được thay đổi, hoặc bước 102, bước 104, và bước 106 có thể được thực hiện ở cùng thời điểm.

Theo phương án này, hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều được xác định nhờ sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều theo tư thế ba chiều, vị trí điểm đặc trưng, và đường cong đường viền mặt của mặt mà được xác định từ hình ảnh mặt mục tiêu, và các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều, và hình dạng ba chiều của mặt được xác định nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm. Vì vậy, hình dạng ba chiều của mặt có thể được dựng theo hình ảnh mặt mục tiêu mà không yêu cầu hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm thông tin độ sâu, nhờ đó làm giảm độ phức tạp trong việc dựng lại mặt ba chiều. Khi hệ số biến dạng được xác định, đường cong đường viền mặt của mặt và yếu tố biến dạng mặt, nghĩa là, ánh xạ của đường cong đường viền mặt của mặt lên không gian ba chiều được xét đến. Vì vậy, hệ số biến dạng có thể phản ánh chính xác hơn sự biến dạng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, và độ chính xác của hình dạng ba chiều đã được dựng lại của mặt là cao, mà khiến có thể dựng chính xác mặt ba chiều, và làm giảm độ phức tạp trong việc dựng lại mặt ba chiều trên cơ sở đảm bảo độ chính xác trong việc dựng mặt ba chiều.

Điều cần được lưu ý là độ phức tạp trong việc dựng hình dạng ba chiều của mặt theo phương pháp theo sáng chế là thấp, sao cho phương pháp theo sáng chế không chỉ có thể được áp dụng vào máy tính với khả năng tính toán tương đối mạnh, mà còn được áp dụng vào thiết bị đầu cuối di động, như điện thoại di động, với khả năng tính toán tương đối thấp, hoặc thiết bị tương tác khác.

Điều có thể được hiểu là theo sáng chế, sau khi người dùng đánh dấu, trong hình ảnh mặt mục tiêu theo cách tương tác người dùng, đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo vị trí mặt, trong quy trình phân chia hình ảnh mặt mục tiêu nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh, việc trích đường thẳng đường viền mặt có thể được thực hiện theo đường cong nhận dạng, mà giúp làm giảm lượng tính toán của việc trích đường thẳng đường viền mặt.

Theo các yêu cầu thực tế khác nhau, có thể có nhiều trường hợp khác nhau về đường cong nhận dạng được nhập bởi người dùng, và theo đó, các quy trình

trích đường chu vi mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu cũng thay đổi theo đường cong nhận dạng.

Tương ứng với cách trích ra đường cong đường viền mặt của mặt theo sáng chế, đường cong nhận dạng có thể là đường cong đường viền mặt ban đầu của mặt. Đường cong đường viền mặt ban đầu có thể là đường cong được đánh dấu sơ lược bởi người dùng dọc theo đường viền của mặt trong hình ảnh mục tiêu, để chỉ báo vị trí và xu hướng thích hợp của đường chu vi mặt của mặt.

Tương ứng, sau khi thu đường cong đường viền mặt ban đầu của mặt được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mục tiêu, hệ thống ghi vị trí của đường cong đường viền mặt ban đầu, và trích ra vùng hình ảnh con bao gồm đường cong đường viền mặt ban đầu từ hình ảnh mặt mục tiêu. Sau đó, vùng hình ảnh con được phân chia nhờ sử dụng công nghệ phân đoạn dư hình ảnh, để thu được ít nhất hai vùng phân đoạn; các ranh giới của ít nhất hai vùng phân đoạn thu được bằng cách phân đoạn được trích ra; đường cong đường biên gần với đường cong đường viền mặt ban đầu nhất được so khớp từ các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn nhờ sử dụng giải thuật so khớp đường cong, và đường cong đường biên đã được so khớp được xác định là đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Kích cỡ của vùng hình ảnh con bao gồm đường cong mặt ban đầu có thể được thiết đặt trước, ví dụ, điều có thể được thiết đặt là trong hình ảnh mặt mục tiêu, vùng bao gồm các điểm mà khoảng cách của nó đến điểm trên đường cong mặt ban đầu là nhỏ hơn khoảng cách được thiết đặt trước là vùng hình ảnh con.

Trên thực tế, sau khi sự phân đoạn hình ảnh quá mức được thực hiện trên vùng hình ảnh con, thông thường thu được nhiều hình nhỏ, ở đó các đặc trưng màu sắc của các điểm tại mỗi vùng là nhất quán. Sau đó, các đường biên của các vùng nhỏ được trích ra, và đường cong đường viền mặt ban đầu của mặt có thể được so khớp với đường biên vùng nhỏ gần nhất nhờ sử dụng giải thuật so khớp đường cong như mô hình đường viền chủ động, nghĩa là, đường cong đường viền mặt thu được.

Fig.2a và Fig.2b sẽ giúp hiểu quy trình nêu trên về việc trích ra đường cong đường viền mặt. Fig.2a là sơ đồ về quy trình trích vùng hình ảnh con theo đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mục tiêu. Fig.2b là sơ đồ về quy trình trích đường cong đường viền mặt từ vùng hình ảnh con theo đường cong nhận dạng được nhập bởi người dùng.

Hình ảnh bên trái trên Fig.2a là hình ảnh mặt mục tiêu ban đầu mà không được xử lý, và đường nét đậm màu trắng ở bên phải của hình ảnh mặt mục tiêu trên Fig.2a là đường cong đường viền mặt ban đầu của mặt được đánh dấu bởi người dùng. Vùng hình ảnh trong khối hình chữ nhật ở bên phải của hình ảnh mặt mục tiêu trên Fig.2a là vùng hình ảnh con bao gồm đường cong đường viền mặt ban đầu.

Fig.2b bao gồm ba hình ảnh thay đổi theo trình tự từ trái sang phải, trong đó hình ảnh ngoài cùng bên trái thể hiện các đường biên đã được trích ra của các vùng sau khi vùng hình ảnh con được phân chia nhờ sử dụng công nghệ phân đoạn dư hình ảnh, như được thể hiện bởi các đường biên đường phân chia hình ảnh dạng tổ ong trên hình vẽ. Hình ảnh ở giữa là sơ đồ về việc so khớp đường cong đường viền mặt ban đầu với đường biên vùng gần nhất nhờ sử dụng giải thuật so khớp đường cong. Đường biên vùng đã được so khớp được đưa ra, và đường cong đường viền mặt của mặt thu được, như được thể hiện bởi đường cong tại hình ảnh ngoài cùng bên phải trên Fig.2b.

Tương ứng với cách khác về việc trích ra đường cong đường viền mặt của mặt theo sáng chế, đường cong nhận dạng có thể bao gồm đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai. Đường cong nhận dạng thứ nhất được sử dụng để nhận dạng vùng cận cảnh mà trong hình ảnh mục tiêu và bao gồm mặt, và đường cong nhận dạng thứ hai được sử dụng để nhận dạng vùng hậu cảnh mà trong hình ảnh mục tiêu và không bao gồm mặt. Như được thể hiện trên Fig.3, Fig.3 thể hiện sơ đồ về đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mục tiêu. Có thể thấy được rằng, đường cong màu đen được đánh dấu tại mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu là

đường cong nhận dạng thứ nhất, và đường nét đậm màu trắng được đánh dấu tại hậu cảnh phía ngoài vùng mặt là đường cong nhận dạng thứ hai.

Vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu có thể được phân chia theo các vị trí thu được của đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh. Việc trích đường thẳng đường viền được thực hiện trên hình ảnh mặt mục tiêu theo vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu, và đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu được trích ra.

Chắc chắn rằng, hai cách nhập đường cong nhận dạng được mô tả ở trên chỉ là hai cách mẫu. Cách trích ra đường cong đường viền mặt của mặt theo đường cong nhận dạng khác mà được nhập bởi người dùng và được sử dụng để nhận dạng sự phân bố đường viền mặt cũng có thể được áp dụng vào sáng chế.

Điều cần được hiểu là bởi vì theo phương án này của sáng chế, người dùng nhập vào, theo cách tương tác của người dùng, đường cong nhận dạng mà nhận dạng sự phân bố đường viền mặt, để đặt nhanh chóng và chính xác đường cong đường viền mặt của mặt, phương pháp theo phương án này của sáng chế có thể áp dụng được vào thiết bị tương tác. Ngoài ra, vì theo phương án của sáng chế, độ phức tạp của quy trình dựng hình dạng ba chiều của mặt là tương đối thấp, nên ứng dụng này có thể áp dụng được cụ thể vào thiết bị tương tác di động hoặc xách tay. Ví dụ, thiết bị tương tác có thể là điện thoại di động, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (Personal Digital Assistant - PDA), hoặc máy tính bảng.

Ví dụ, dựa vào Fig.4, Fig.4 là sơ đồ thể hiện kết cấu hệ thống 400 của thiết bị tương tác theo phương án của sáng chế. Điều cần được hiểu là, thiết bị tương tác 400 được thể hiện trên hình vẽ chỉ là ví dụ về thiết bị tương tác, và thiết bị tương tác 400 có thể có nhiều hoặc ít bộ phận hơn so với được thể hiện trên hình vẽ, và có thể kết hợp hai hoặc nhiều bộ phận hoặc có các cấu tạo bộ phận khác nhau. Các bộ phận khác nhau được thể hiện trên hình vẽ có thể được triển khai theo phần cứng bao gồm một hoặc nhiều mạch tích hợp xử lý tín hiệu và/hoặc ứng dụng cụ thể, theo phần mềm, hoặc sự kết hợp của phần cứng và phần mềm.

Bây giờ sẽ mô tả chi tiết về thiết bị tương tác mà được tạo cấu hình để xử lý hình ảnh và được thể hiện trên Fig.4.

Cấu tạo hệ thống của thiết bị tương tác 400 có thể bao gồm giao diện bộ nhớ 402, một hoặc nhiều bộ xử lý dữ liệu, các bộ xử lý hình ảnh, và/hoặc các bộ xử lý trung tâm 404, và giao diện ngoại vi 406.

Giao diện bộ nhớ 402, một hoặc nhiều bộ xử lý 404, và/hoặc giao diện ngoại vi 406 có thể là các thành phần tách biệt hoặc được tích hợp thành một hoặc nhiều mạch tích hợp. Các thành phần trong cấu tạo hệ thống 400 có thể được kết nối nhờ sử dụng một hoặc nhiều bus truyền thông hoặc đường dây tín hiệu. Bộ cảm biến, thiết bị, và hệ thống con có thể được kết nối với giao diện ngoại vi 406 để hỗ trợ thực hiện các chức năng khác nhau của thiết bị tương tác. Ví dụ, bộ cảm biến chuyển động 410, bộ cảm biến quang 412, và bộ cảm biến vị trí 414 có thể được kết nối với giao diện ngoại vi 406 để hỗ trợ thực hiện các chức năng của thiết bị tương tác, như chức năng cảm biến chuyển động, chức năng cảm biến độ sáng của môi trường, và chức năng cảm biến vị trí, hoặc có thể hợp tác với nhau để thực hiện chức năng cụ thể. Bộ cảm biến hỗ trợ khác 416 còn có thể được kết nối với giao diện ngoại vi 406, ví dụ, hệ thống định vị (ví dụ, bộ thu GPS), bộ cảm biến nhiệt độ, bộ cảm biến đo đặc trưng sinh học, bộ cảm biến khí quyển, và bộ cảm biến độ cao để thực hiện các chức năng liên quan khác nhau của thiết bị tương tác.

Cấu tạo hệ thống 400 của thiết bị tương tác còn bao gồm hệ thống con camera 420, trong đó hệ thống con camera 420 sử dụng bộ cảm biến quang 412, ví dụ thiết bị tích điện kép CCD hoặc bộ cảm biến quang bán dẫn bù oxit kim loại CMOS, để hỗ trợ hệ thống con camera trong việc thực hiện chức năng thu được hình ảnh tương ứng. Ví dụ, bộ cảm biến quang hỗ trợ hệ thống con camera để thu được hình ảnh mặt.

Cấu tạo hệ thống 400 của thiết bị tương tác còn bao gồm hệ thống con truyền thông không dây 424, trong đó hệ thống con truyền thông không dây 424 được tạo cấu hình để tạo ra chức năng truyền thông không dây cho thiết bị tương

tác, và hệ thống con truyền thông không dây 424 có thể bao gồm bộ thu và bộ truyền tần số radio và/hoặc bộ thu và bộ truyền quang (ví dụ, hồng ngoại). Theo sáng chế, hình ảnh mặt được gửi bởi thiết bị mạng khác có thể được thu nhờ sử dụng hệ thống con truyền thông không dây, để thu được hình ảnh mặt đã được xử lý hai chiều.

Cấu tạo hệ thống 400 của thiết bị tương tác còn bao gồm hệ thống con I/O 440, và hệ thống con I/O 440 được tạo cấu hình để khiến thiết bị tương tác thực hiện việc điều khiển nhập và xuất. Hệ thống con I/O 440 có thể bao gồm bộ điều khiển màn hình chạm 442 và/hoặc (một hoặc nhiều) bộ điều khiển nhập khác 444. Bộ điều khiển màn hình chạm 442 có thể được nối với màn hình chạm 446. Màn hình chạm 446 và bộ điều khiển màn hình chạm 442 có thể phát hiện, và chuyển động và gián đoạn chạm nhờ sử dụng công nghệ cảm biến chạm bất kỳ trong số các công nghệ cảm biến chạm. Các công nghệ cảm biến chạm bao gồm nhưng không bị giới hạn ở công nghệ điện dung, điện trở, hồng ngoại, và công nghệ sóng âm bề mặt, và mảng cảm biến vùng lân cận khác hoặc phần tử khác được tạo cấu hình để xác định một hoặc nhiều điểm chạm nhờ sử dụng màn hình chạm 446. Ví dụ, màn hình chạm có thể hiển thị hình ảnh mặt cần được xử lý, người dùng trượt trên hình ảnh mặt đã được hiển thị nhờ sử dụng ngón tay hoặc bút, và đối tượng đánh dấu đường cong nhận dạng tại hình ảnh mặt đạt được bằng việc di chuyển điểm tiếp xúc. Ví dụ, ngón tay của người dùng trượt dọc theo đường cong đường viền của mặt tại hình ảnh mặt, sao cho rãnh trượt của điểm tiếp xúc tạo ra đường cong nhận dạng mà nhận dạng đường cong đường viền của mặt.

Bộ điều khiển nhập 444 có thể được kết nối với thiết bị nhập/điều khiển khác 448, và thiết bị nhập/điều khiển khác 448 có thể là một hoặc nhiều nút, công tắc mở tắt, các công tắc quay, các cổng hồng ngoại, các cổng USB, và/hoặc các thiết bị nhấp và lựa chọn như bút. Ngoài ra, màn hình chạm 446 có thể được tạo cấu hình để hiện ra nút và/hoặc bàn phím ảo để thực hiện việc điều khiển nhập trên thiết bị tương tác.

Giao diện bộ nhớ 402 của cấu tạo hệ thống 400 của thiết bị tương tác có thể

được kết nối với bộ nhớ 450. Bộ nhớ 450 có thể là bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên tốc độ cao và/hoặc bộ nhớ bất khả biến, ví dụ, một hoặc nhiều thiết bị lưu trữ đĩa từ, một hoặc nhiều thiết bị lưu trữ quang, và/hoặc bộ nhớ chớp. Bộ nhớ có thể lưu trữ hệ điều hành 452, và hệ điều hành 452 có thể bao gồm chỉ dẫn được sử dụng để xử lý dịch vụ hệ thống cơ sở và được sử dụng để thực hiện nhiệm vụ phần cứng phụ thuộc. Bộ nhớ 450 còn có thể lưu trữ nhiều chương trình chạy được, và các chương trình chạy được có thể là chương trình chơi nhạc 454, chương trình trình duyệt Internet 456, chương trình xử lý hình ảnh 458, chương trình truyền thông giọng nói 460, chương trình truyền thông thông báo SMS 462, chương trình chỉ số hóa/tìm kiếm tệp 464, chương trình tạo ra giao diện đồ họa người dùng 466, hoặc chương trình ứng dụng khác có các chức năng khác nhau. Chắc chắn rằng, bộ nhớ còn có thể lưu trữ hình ảnh mặt thu được, đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng tại hình ảnh mặt, và tương tự.

Cụ thể là, sau khi thiết bị tương tác thu được hình ảnh mặt cần được xử lý nhờ sử dụng hệ thống con camera hoặc hệ thống con truyền thông không dây, bộ nhớ có thể lưu trữ hình ảnh mặt, và bộ xử lý hình ảnh hoặc bộ xử lý trung tâm điều khiển màn hình chạm hiển thị hình ảnh mặt và thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng tại hình ảnh mặt nhờ sử dụng màn hình chạm. Ngoài ra, bộ xử lý hình ảnh hoặc bộ xử lý trung tâm nhận dạng hình ảnh mặt, xác định điểm đặc trưng và tư thế ba chiều của mặt mà tại hình ảnh mặt, và sau đó dựng hình dạng ba chiều của mặt dựa vào đường cong nhận dạng và mô hình ba chiều được thiết đặt trước của hình dạng mặt.

Chắc chắn rằng, cấu tạo hệ thống của thiết bị tương tác 100 còn bao gồm hệ thống con audio 426, trong đó hệ thống con audio 426 được tạo cấu hình để triển khai chức năng đọc âm thanh hoặc chơi tín hiệu audio của thiết bị tương tác, và hệ thống con audio 426 bao gồm loa 428 và micrô 430 để hỗ trợ triển khai chức năng đọc âm thanh hoặc chơi tín hiệu audio nêu trên.

Phần ở trên mô tả thiết bị tương tác mẫu thực hiện phương pháp xử lý hình ảnh theo sáng chế và cấu tạo hệ thống của thiết bị tương tác. Phần mô tả dưới đây

về các phương án khác cũng có thể dựa vào thiết bị tương tác mẫu nêu trên.

Tùy ý, theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên của sáng chế, để làm giảm lượng tính toán của quy trình xác định tư thế ba chiều của mặt và đặt điểm đặc trưng của mặt, theo sáng chế, việc mô hình hóa được thực hiện trên việc ước lượng tư thế ba chiều của mặt và vị trí điểm đặc trưng nhờ sử dụng mô hình dự đoán hồi quy, để xây dựng mô hình dự đoán hồi quy của tư thế ba chiều của mặt và mô hình dự đoán hồi quy của tham số của điểm đặc trưng của mặt. Các dạng hàm của các hàm dự đoán hồi quy tương ứng với hai mô hình dự đoán hồi quy trên thực tế là giống nhau. Phần dưới đây mô tả tách biệt quy trình xác định tư thế ba chiều của mặt và quy trình đặt điểm đặc trưng nhờ sử dụng mô hình dự đoán hồi quy.

Dựa vào Fig.5, Fig.5 là lưu đồ thể hiện sơ lược cách thực hiện xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu theo phương pháp xử lý hình ảnh theo sáng chế, và quy trình có thể bao gồm các bước:

501. Phát hiện vùng mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Vùng mặt bao gồm mặt có thể được phát hiện trong hình ảnh mục tiêu theo cách phát hiện vùng mặt đã biết bất kỳ, mà không bị giới hạn trong phần mô tả này.

502. Thực hiện việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa tại vùng mặt.

503. Thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra và nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy tư thế được thiết đặt trước, để thu được tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Khi việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa được thực hiện trong hình ảnh mục tiêu, việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa có thể được thực hiện ở vị trí tương ứng tại hình ảnh mặt theo vị trí lấy mẫu hình ảnh được thiết đặt trước. Tập hợp bao gồm các đặc trưng nhị phân hóa được trích ra từ vùng mặt trong hình ảnh mục tiêu I có thể được thể hiện là $F_0(I) = (f_1(I), f_2(I), \dots, f_i(I), \dots, f_m(I))$, trong đó

$$f_i(I) = \begin{cases} 1, & I(x_i^1) - I(x_i^2) < I(\tau_j) \\ 0, & \text{else} \end{cases}, \quad f_i(I) \text{ chỉ báo đặc trưng nhị phân hóa}$$
 thứ i được trích ra trong hình ảnh mục tiêu I ; $i=1, 2, \dots, m$, trong đó m là số lượng các đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra; $I(x_i^1)$ và $I(x_i^2)$ mô tả tách biệt các vị trí của các điểm điều khiển đã được lấy mẫu trong hình ảnh mục tiêu I , trong đó các vị trí của các điểm điều khiển đã được lấy mẫu thu được bằng cách bằng cách hướng dẫn và nghiên cứu dữ liệu tư thế ba chiều của hình ảnh mặt được đánh dấu trước; và $I(\tau_j)$ là ngưỡng tham chiếu được thiết đặt trước.

Thử nghiệm hồi quy được thực hiện theo các đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy tư thế dưới đây:

$$R(F_0(I)) = \sum_{j=1}^N a_j r_j(F_0(I)) \quad (\text{công thức 1})$$

a_j là hệ số nghiên cứu được thiết đặt trước của hàm dự đoán hồi quy tư thế, r_j là tham số điều chỉnh được thiết đặt trước, và N là thời gian được thiết đặt trước của thử nghiệm hồi quy.

Dựa vào Fig.6, Fig.6 là lưu đồ thể hiện sơ lược cách thực hiện phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu theo phương pháp xử lý hình ảnh theo sáng chế, và quy trình có thể bao gồm các bước:

601. Xác định vùng mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Vùng mặt có thể được xác định theo cách đặt vùng mặt đã biết.

Cụ thể là, nếu tư thế ba chiều của mặt đã được ước lượng nhờ sử dụng cách được thể hiện trên Fig.5 trước khi điểm đặc trưng được đặt, dữ liệu vùng mặt được xác định trong quy trình ước lượng tư thế ba chiều có thể được sử dụng trực tiếp.

602. Thực hiện việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa trong phạm vi cụ thể của vị trí điểm đặc trưng ban đầu tại vùng mặt theo vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước.

Vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước bởi hệ thống, và đối với hình ảnh mặt mục tiêu đã được nhập vào bất kỳ, vị trí điểm đặc trưng ban đầu là giống nhau. Ví dụ, vị trí điểm đặc trưng ban đầu có thể bao gồm dữ liệu vị trí ban đầu được thiết đặt trước của các điểm đặc trưng như mắt trái, mắt phải, và miệng trên mặt.

Vị trí điểm đặc trưng ban đầu được đặt tại vùng mặt trong hình ảnh mục tiêu theo vị trí điểm đặc trưng ban đầu, và việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa được thực hiện quanh điểm đặc trưng của mặt ban đầu tại vùng mặt.

603. Thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng được thiết đặt trước, để thu được vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Theo phương án này, sự tạo thành hàm của hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng là tương tự như sự tạo thành hàm của hàm dự đoán hồi quy tư thể, khác biệt ở chỗ dự đoán hồi quy vị trí điểm đặc trưng, tham số được nhập là đặc trưng nhị phân hóa tương ứng với điểm đặc trưng. Điều có thể được hiểu là trong quá trình dự đoán vị trí điểm đặc trưng, vị trí của đặc trưng nhị phân hóa được trích ra tại hình ảnh là khác với vị trí của đặc trưng nhị phân hóa được trích ra tại quy trình dự đoán tư thể ba chiều nêu trên, và các vị trí lấy mẫu trong hai quy trình dự đoán có thể được thiết đặt tách biệt.

Cụ thể, tập hợp bao gồm các đặc trưng nhị phân hóa rời rạc được trích ra quanh vị trí điểm đặc trưng ban đầu tại vùng mặt trong hình ảnh mục tiêu I có thể được biểu diễn là $F_1(I) = (f_1(I), f_2(I), \dots, f_i(I), \dots, f_n(I))$, trong đó

$$f_i(I) = \begin{cases} 1, & I(x_i^1) - I(x_i^2) < I(\tau_j) \\ 0, & \text{else} \end{cases}, \quad f_i(I) \text{ chỉ báo đặc trưng nhị phân hóa}$$

thứ I được trích ra trong hình ảnh mục tiêu I; $i=1, 2, \dots, n$, trong đó n là số lượng các đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra; $I(x_i^1)$ và $I(x_i^2)$ mô tả tách biệt các vị trí của các điểm điều khiển được lấy mẫu trong hình ảnh mục tiêu I, trong đó các vị trí của các điểm điều khiển đã được lấy mẫu thu được bằng cách hướng dẫn và

nguyên cứu dữ liệu điểm đặc trưng của hình ảnh mặt đã được đánh dấu trước; và $I(\tau_j)$ là ngưỡng tham chiếu được thiết đặt trước.

Thử nghiệm hồi quy được thực hiện theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng dưới đây:

$$R(F_1(I)) = \sum_{j=1}^N a_j r_j(F_1(I)) \quad (\text{công thức 2}); \text{ trong đó}$$

a_j là hệ số nguyên cứu được thiết đặt trước của hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng, r_j là tham số điều chỉnh được thiết đặt trước, và N là số lượng các thử nghiệm hồi quy được thiết đặt trước.

Chắc chắn rằng, các số lượng được thiết đặt trước của các thử nghiệm hồi quy trong hàm dự đoán hồi quy tư thể và hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng có thể là khác nhau.

Điều có thể được hiểu là để cải thiện hơn nữa độ chính xác đặc điểm đặc trưng, vị trí điểm đặc trưng mặt ban đầu được thiết đặt trước có thể chỉ bao gồm các trị số ước lượng ban đầu của các vị trí tâm của mắt trái, mắt phải, và miệng trên mặt, sau đó việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa được thực hiện quay các trị số ước lượng ban đầu của ba điểm đặc trưng, và các đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra được nhập vào công thức 2, nhờ đó đặt các vị trí tâm của mắt trái, mắt phải, và miệng trên mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Sau khi các vị trí tâm của mắt trái, mắt phải, và miệng trên mặt được đặt, các đặc trưng nhị phân hóa được trích ra quanh ba điểm đặc trưng nhờ sử dụng các vị trí của ba điểm đặc trưng như là trị số ban đầu, và các đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra được thay thế vào trong công thức 2, nhờ đó đặt nhiều vị trí điểm đặc trưng tại mặt, ví dụ, các vị trí điểm đặc trưng như lông mày, mũi, và góc của miệng trên mặt.

Điều có thể được học từ quy trình nêu trên, theo sáng chế, cách thực hiện dự đoán hồi quy nhờ sử dụng mô hình dự đoán hồi quy được sử dụng để xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu và đặt vị trí điểm đặc trưng, và

trong toàn bộ quy trình tính toán, chỉ quá trình lấy mẫu hình ảnh và phép cộng và trừ đơn giản cần được bao gồm, điều này sẽ làm giảm đáng kể lượng tính toán khi so với cách tính toán tư thế ba chiều và vị trí điểm đặc trưng thông thường nhờ sử dụng phép nhân chập và phép toán tương tự, sao cho phương pháp có thể được áp dụng vào nền tảng tính toán với khả năng tính toán kém, như thiết bị đầu cuối di động.

Theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, các mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước có hình dạng mặt ba chiều có thể khác nhau, mà có thể được thiết đặt cụ thể theo yêu cầu thực tế.

Tùy ý, theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều có thể là:

$$S = \mu + \Phi b ; \quad (\text{công thức 3}); \text{ trong đó}$$

S là sự biểu diễn tham số hóa của hình dạng mặt ba chiều, nghĩa là, dạng biểu diễn của hình dạng mặt ba chiều cần được dựng, μ là mô tả trung bình được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, Φ là mô tả tuyến tính của sự biến dạng mặt, và b là hệ số biến dạng cần được xác định trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều.

Điều có thể được hiểu là hình dạng mặt ba chiều được xác định duy nhất bởi hệ số biến dạng b, và để xác định hình dạng mặt ba chiều S, hệ số biến dạng b cần được xác định trước tiên.

Để xác định hệ số biến dạng b, hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng ba chiều cần được dựng. Để tạo ra hệ số biến dạng được xác định theo hàm mục tiêu phản ánh chính xác hơn sự thay đổi hình dạng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, việc ánh xạ đường viền mặt và điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh hai chiều lên không gian ba chiều cần được xét đến.

Điều có thể được hiểu là sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu hai chiều được ánh xạ lên không gian ba chiều, vị trí điểm đặc trưng không thay đổi. Nghĩa là, các vị trí điểm đặc trưng trong mẫu hai chiều và mô

hình ba chiều của mặt là không đổi trong quy trình ánh xạ.

Việc ánh xạ đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu hai chiều lên không gian ba chiều được liên quan đến tư thế ba chiều của mặt, và mỗi liên hệ ánh xạ là:

$$I^c = \operatorname{argmin}_{\{S'\}} \|P_\theta(S') - X^c\|_2 \quad (\text{công thức 4}); \text{ trong đó}$$

X^c là đường cong đường viền mặt của mặt, I^c là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi đường cong đường viền mặt X^c của mặt được ánh xạ lên không gian ba chiều, S' là hình dạng mặt ba chiều ban đầu được thiết đặt trước, và P_θ là hàm chiếu được xác định nhờ sử dụng tư thế ba chiều θ của mặt.

Theo mỗi liên hệ ánh xạ này, hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều được dựng nhờ sử dụng tiêu chuẩn giảm thiểu tối đa lỗi chiếu lại của hình dạng ba chiều:

$$\{\theta^*, b^*\} = \operatorname{argmin}_{\{\theta, b\}} \|(X^c, X^e) - (I^c, I^e) P_\theta(\mu + \Phi b)\|_2 + \lambda \|b / \rho\|_2 \quad (\text{công}$$

thức 5); trong đó

θ là tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, θ^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều của mặt, b là hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, b^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng mà trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều và được xác định theo hàm mục tiêu, X^c là sự biểu diễn tham số hóa của đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, X^e là sự biểu diễn tham số hóa của vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, I^c là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi đường cong đường viền mặt X^c của mặt được ánh xạ lên không gian ba chiều, I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được ánh xạ lên không gian ba chiều, μ là mô tả trung bình được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, Φ là mô tả tuyến tính của sự

biến dạng mặt, P_θ là hàm chiều được xác định nhờ sử dụng tư thế ba chiều θ của mặt, và ρ là tham số thực nghiệm sự biến dạng được thiết đặt trước.

Hàm mục tiêu được thiết đặt trước trong hệ thống, và theo cách này, sau khi đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu được xác định, trị số tối ưu của hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều được xác định theo việc ánh xạ đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều nhờ sử dụng hàm mục tiêu đã được so khớp được thiết đặt trước.

Trị số tối ưu thu được của hệ số biến dạng được nhập vào mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, và hình dạng ba chiều S của mặt trong hình ảnh mục tiêu có thể được dựng.

Quy trình tính toán trị số tối ưu của hệ số biến dạng nhờ sử dụng hàm mục tiêu là quy trình tính toán tối ưu hóa, và quy trình cụ thể là tương tự như cách tính toán đã biết. Ví dụ, phương pháp Gauss-Newton đã biết có thể được sử dụng cho việc tính toán tối ưu hóa.

Để dễ hiểu, quy trình tính toán được mô tả vắn tắt theo cách tính toán tối ưu hóa: bởi vì hệ số biến dạng trong hàm mục tiêu phụ thuộc vào tư thế ba chiều θ , chính sách phân lớp có thể được sử dụng, nghĩa là, trị số ban đầu của hệ số biến dạng được thiết đặt là 0, và sự tính toán tối ưu hóa được thực hiện trên tư thế ba chiều θ cho đến khi hội tụ. Sau đó, hệ số biến dạng b được tính toán lại theo θ thu được hiện thời và nhờ sử dụng hàm mục tiêu, và tư thế ba chiều θ được tính toán lại theo b đã thu được. Quy trình này được lặp lại liên tục cho đến khi cả b và θ được hội tụ, để thu được trị số tối ưu của hệ số biến dạng.

Trị số tối ưu của hệ số biến dạng được thay thế vào trong mô hình thực nghiệm như là trị số của hệ số biến dạng, để thu được hình dạng mặt ba chiều.

Điều có thể được hiểu là theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, sau khi hình dạng mặt ba chiều thu được, để dựng lại mô hình mặt ba chiều, thông tin kết cấu của mặt cần thu được thêm từ hình ảnh mặt mục tiêu, và mô

hình mặt ba chiều được dựng theo thông tin kết cấu và hình dạng ba chiều của mặt.

Thông tin kết cấu của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu thu được theo cách thu được kết cấu đã biết.

Để cải thiện hơn nữa độ chính xác của hình dạng mặt ba chiều được kết cấu, sau khi hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu được kết cấu nhờ sử dụng phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, các hình ảnh mặt tham chiếu có thể được sử dụng hơn nữa đối với việc tối ưu hóa hình dạng ba chiều. Dựa vào Fig.7A và Fig.7B, Fig.7A và Fig.7B là lưu đồ thể hiện sơ lược phương án khác của phương pháp xử lý hình ảnh theo sáng chế, và phương pháp theo phương án này có thể bao gồm:

701. Thu được hình ảnh hai chiều mục tiêu.

702. Thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu.

Đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân bố đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

703. Nhận dạng, từ hình ảnh mặt mục tiêu, đường cong đường viền mặt của mặt theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh.

704. Xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

705. Phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

706. Xác định hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm nhờ sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều.

Hàm mục tiêu được sử dụng để xác định hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, và các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều.

Điều có thể được hiểu là đối với quy trình triển khai của bước 701 đến bước 706 nêu trên, đề cập đến phần mô tả của bước tương ứng trong phương án bất kỳ trong các phương án nêu trên, mà không bị giới hạn ở đây.

707. Thu được tập hợp mặt tham chiếu, và xác định điểm đặc trưng trong mỗi hình ảnh mặt tham chiếu trong tập hợp mặt tham chiếu.

Tập hợp mặt tham chiếu bao gồm các hình ảnh mặt tham chiếu. Điều có thể được hiểu là các hình ảnh mặt tham chiếu và hình ảnh mặt mục tiêu thuộc về hình ảnh mặt của cùng một người.

Hình ảnh mặt tham chiếu và hình ảnh mặt mục tiêu đáp ứng nguyên tắc bù tư thế. Nghĩa là, đối với mặt tham chiếu I_{re} bất kỳ trong tập hợp mặt tham chiếu, tư thế ba chiều θ_{re} của mặt trong mặt tham chiếu I_{re} và tư thế ba chiều θ trong hình ảnh mặt mục tiêu I đáp ứng $\|\theta_{re} - \theta\| > \frac{\pi}{6}$.

708. Dựng sự biến đổi đơn ứng từ hình ảnh mặt mục tiêu sang hình ảnh mặt tham chiếu theo tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu và tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt tham chiếu.

Sự biến đổi đơn ứng từ hình ảnh mặt mục tiêu sang hình ảnh mặt tham chiếu trên thực tế là sự biến đổi đơn ứng từ tư thế ba chiều θ trong hình ảnh mặt I sang tư thế ba chiều θ_{re} của mặt trong hình ảnh mặt I_{re} tham chiếu, nghĩa là, sự biến đổi đơn ứng H_{re} là $\theta \rightarrow \theta_{re}$.

709. Thực hiện sự biến đổi đơn ứng trên mẫu kết cấu vùng mà là của điểm đặc trưng trong hình ảnh mặt mục tiêu và trong hình ảnh mặt mục tiêu, để thu được kết cấu biến đổi đã được biến đổi.

Đối với mỗi điểm đặc trưng trong hình ảnh mặt mục tiêu, quá trình lấy mẫu tư thế được thực hiện tách biệt quanh mỗi điểm đặc trưng trong hình ảnh mặt mục tiêu, và theo sự biến đổi đơn ứng, sự biến đổi đơn ứng được thực hiện trên kết cấu thu được bằng cách lấy mẫu, để thu được kết cấu biến đổi.

Sau khi sự biến đổi đơn ứng H_{re} được thực hiện trên mẫu kết cấu vùng $T(X^e)$ mà của điểm đặc trưng X^e trong hình ảnh mặt mục tiêu và trong hình ảnh mặt mục tiêu, kết cấu biến đổi $\tilde{T}(X^e)$ thu được, nghĩa là, $T(X^e) \xrightarrow{H_{re}} \tilde{T}(X^e)$.

710. Trong hình ảnh mặt tham chiếu, xác định tách biệt vùng hình ảnh so khớp mà so khớp tốt nhất mỗi kết cấu biến đổi $\tilde{T}(X^e)$, để thu được các vùng hình ảnh so khớp trong hình ảnh mặt tham chiếu.

711. Xác định, theo sự tương ứng một-một giữa vùng hình ảnh so khớp tại hình ảnh mặt tham chiếu và điểm đặc trưng tại hình ảnh mặt tham chiếu, điểm đặc trưng mục tiêu mà tại hình ảnh mặt tham chiếu và tương ứng với mỗi vùng hình ảnh so khớp, và lựa chọn vùng hình ảnh so khớp mục tiêu đáp ứng yêu cầu được thiết đặt trước từ các vùng hình ảnh so khớp.

Vị trí tâm của vùng hình ảnh so khớp được đánh dấu là $\hat{X}_{re}^e$, điểm đặc trưng mục tiêu tương ứng với vùng hình ảnh so khớp được đánh dấu là X_{re}^e , và vị trí tâm và điểm đặc trưng mục tiêu tương ứng tại vùng hình ảnh so khớp mục tiêu

đáp ứng mỗi liên hệ sau: $\{\hat{X}_{re}^e, X_{re}^e \mid \|\hat{X}_{re}^e - X_{re}^e\| < \varepsilon\}$, trong đó ε là ngưỡng được thiết đặt trước.

712. Xác định trị số trung bình của vị trí tâm và điểm đặc trưng mục tiêu mà tương ứng với vùng hình ảnh so khớp mục tiêu tại hình ảnh mặt tham chiếu như là điểm đặc trưng mặt tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$.

Nghĩa là, điểm đặc trưng mặt tối ưu hóa là $\hat{X}_{re} = (\hat{X}_{re}^e + X_{re}^e) / 2$ (công thức 6).

713. Thực hiện sự tính toán tối ưu hóa nhờ sử dụng điểm đặc trưng mặt tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$ trong hình ảnh mặt tham chiếu và theo công thức tối ưu hóa tư thế,

được thu được từ thể mặt ba chiều tối ưu hóa θ_{re} .

Công thức tối ưu hóa từ thể là:

trị số tối ưu của từ thể mặt ba chiều tối ưu hóa

$$\theta_{re}^* = \operatorname{argmin}_{\{\theta_{re}\}} \|\hat{X}_{re} - I^e P_{\theta_{re}}(\mu + \Phi b^*)\|_2 \quad (\text{công thức 7}).$$

Trị số tối ưu của từ thể mặt ba chiều tối ưu hóa là trị số cụ thể cần được giải quyết cuối cùng của từ thể mặt ba chiều tối ưu hóa.

714. Tính toán hình dạng mặt ba chiều mục tiêu được tối ưu hóa nhờ sử dụng điểm đặc trưng mặt tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$, từ thể mặt ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} , mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, và hàm mục tiêu tối ưu hóa được thiết đặt trước.

Hàm mục tiêu tối ưu hóa là:

$$\Delta b^* = \operatorname{argmin}_{\{\Delta b\}} \|P_{\theta_{re}}^{-1} \hat{X}_{re} - I^e(\mu + \Phi(b^* + \Delta b))\|_1. \quad (\text{công thức 8}); \text{ trong đó}$$

I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được xác định bởi bộ đặt điểm đặc trưng được ánh xạ lên không gian ba chiều, θ_{re} là từ thể ba chiều được tối ưu hóa cần được giải quyết theo công thức tối ưu hóa từ thể, θ_{re}^* là trị số tối ưu của từ thể ba chiều được tối ưu hóa, $P_{\theta_{re}}$ là hàm chiếu được xác định theo từ thể ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} của mặt, Δb là hệ số biến dạng được tối ưu hóa, Δb^* là trị số tối ưu mà của hệ số biến dạng mục tiêu được tối ưu hóa và thu được theo hàm mục tiêu tối ưu hóa, và b^* là hệ số biến dạng mà của mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt và được giải quyết theo bước 606.

Trị số tối ưu Δb^* của hệ số biến dạng được tối ưu hóa có thể thu được nhờ sử dụng hàm mục tiêu tối ưu hóa ở trên theo công thức 8, Δb^* là trị số cuối cùng của hệ số biến dạng được tối ưu hóa Δb , Δb^* được thay thế vào trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, và hình dạng mặt ba chiều mục tiêu

được tối ưu hóa có thể thu được.

Theo phương án này, hình dạng mặt ba chiều được tối ưu hóa được tái xác định nhờ sử dụng hình ảnh mặt tham chiếu mà bao gồm mặt giống nhau trong hình ảnh mặt mục tiêu, sao cho độ chính xác của hình dạng mặt ba chiều được dựng là cao hơn.

Xét đến các lý do như tự che phủ của mặt và quá trình lấy mẫu hình ảnh, có thể gây ra sự thiếu chi tiết kết cấu mặt tại một phần vùng, và có thể xảy ra hiện tượng nhòe. Tuy ý, để cải thiện độ chân thực của kết cấu mặt được dựng, sau khi hình dạng mặt ba chiều được tối ưu hóa thu được theo cách được thể hiện trong phương án trên Fig.7A và Fig.7B, phương pháp có thể còn bao gồm bước: chiếu lại mỗi hình ảnh mặt tham chiếu lên không gian ba chiều theo hình dạng mặt ba chiều mục tiêu được tối ưu hóa và tư thế ba chiều của hình ảnh mặt tham chiếu trong tập hợp hình ảnh mặt tham chiếu, để thu được tập hợp kết cấu mặt bao gồm các kết cấu mặt tương ứng với các hình ảnh mặt tham chiếu; và thực hiện việc dựng lại kết cấu mặt theo các kết cấu mặt trong tập hợp kết cấu mặt, để thu được kết cấu mặt mục tiêu được tối ưu hóa.

Khi việc dựng lại kết cấu mặt được thực hiện nhờ sử dụng các kết cấu mặt, trên thực tế, sự tiêu chuẩn hóa được thực hiện tách biệt trên mỗi điểm trong kết cấu mặt, và các kết cấu mặt được tích hợp thành một kết cấu mặt.

Cách để dựng kết cấu mặt theo các kết cấu mặt của các hình ảnh tham chiếu có thể làm giảm sự thiếu chi tiết kết cấu mặt trong một phần vùng, nhờ đó cải thiện độ chân thực của kết cấu mặt được dựng.

Tùy ý, mô hình mặt ba chiều có thể được dựng nhờ sử dụng hình dạng mặt ba chiều mục tiêu và kết cấu mặt mục tiêu được xác định theo cách ở trên, để cải thiện hơn nữa độ chính xác của mặt ba chiều được dựng.

Theo phần mô tả ở trên về các phương án, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu rõ ràng sáng chế có thể được triển khai bởi phần mềm ngoài nền tảng phần cứng phổ biến cần thiết hoặc chỉ bởi phần cứng. Trong hầu hết các trường hợp, cách thực hiện bởi phần mềm ngoài nền tảng phần cứng phổ

biến cần thiết là cách thực hiện ưu tiên.

Tương ứng với phương pháp theo các phương án của sáng chế, sáng chế còn đề xuất thiết bị xử lý hình ảnh.

Dựa vào Fig.8, Fig.8 là sơ đồ thể hiện phương án về thiết bị xử lý hình ảnh theo sáng chế, và thiết bị theo sáng chế có thể bao gồm:

thiết bị thu được hình ảnh 801, được tạo cấu hình để thu được hình ảnh hai chiều mục tiêu;

bộ nhập 802, được tạo cấu hình để thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân bố đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

bộ đặt đường viền 803, được tạo cấu hình để đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh;

bộ xác định tư thế 804, được tạo cấu hình để xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu;

bộ đặt điểm đặc trưng 805, được tạo cấu hình để phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu; và

bộ dựng hình dạng 806, được tạo cấu hình để dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều và hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, trong đó hàm mục tiêu được sử dụng để xác định hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, và các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều.

Tùy ý, theo tình huống khả thi của đường cong nhận dạng được nhập, bộ

nhập có thể bao gồm:

bộ nhập con thứ nhất, được tạo cấu hình để thu đường cong đường viền mặt ban đầu mà của mặt và được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mục tiêu; và

bộ đặt đường viền lần lượt bao gồm:

bộ trích con, được tạo cấu hình để trích ra vùng hình ảnh con bao gồm đường cong đường viền mặt ban đầu từ hình ảnh mặt mục tiêu;

bộ phân đoạn vùng con, được tạo cấu hình để phân chia vùng hình ảnh con nhờ sử dụng công nghệ phân đoạn dư hình ảnh, để thu được ít nhất hai vùng phân đoạn;

bộ con trích đường biên, được tạo cấu hình để trích ra các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn; và

bộ con đặt đường viền thứ nhất, được tạo cấu hình để so khớp, nhờ sử dụng giải thuật so khớp đường cong từ các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn, đường cong đường biên gần với đường cong đường viền mặt ban đầu nhất, và xác định đường cong đường biên đã được so khớp làm đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Tùy ý, theo trường hợp khả thi khác về đường cong nhận dạng được nhập, bộ nhập có thể bao gồm:

bộ nhập con thứ hai, được tạo cấu hình để thu đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai mà được nhập bởi người dùng vào trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng thứ nhất được sử dụng để nhận dạng vùng cận cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và bao gồm mặt, và đường cong nhận dạng thứ hai được sử dụng để nhận dạng vùng hậu cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và không bao gồm mặt; và

bộ đặt đường viền lần lượt bao gồm:

bộ con phân đoạn cận cảnh, được tạo cấu hình để phân chia vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu nhờ sử dụng kỹ thuật phân

đoạn hình ảnh có dựa vào đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai; và

bộ con đặt đường viền thứ hai, được tạo cấu hình để thực hiện việc trích đường thẳng đường viền trên hình ảnh mặt mục tiêu theo vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu, để trích ra đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Tùy ý, theo cách xác định tư thế ba chiều bởi bộ xác định tư thế, bộ xác định tư thế có thể bao gồm:

bộ phát hiện mặt, được tạo cấu hình để phát hiện vùng mặt trong hình ảnh mục tiêu;

bộ trích đặc trưng thứ nhất, được tạo cấu hình để thực hiện việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa tại vùng mặt; và

bộ dự đoán tư thế, được tạo cấu hình để thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra và nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy tư thế được thiết đặt trước, để thu được tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Tùy ý, theo cách xác định điểm đặc trưng bởi bộ đặt điểm đặc trưng, bộ đặt điểm đặc trưng có thể bao gồm:

bộ xác định vùng mặt, được tạo cấu hình để xác định vùng mặt trong hình ảnh mục tiêu;

bộ trích đặc trưng thứ hai, được tạo cấu hình để thực hiện, theo vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước, việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa trong phạm vi cụ thể của vị trí điểm đặc trưng ban đầu tại vùng mặt; và

bộ dự đoán điểm đặc trưng, được tạo cấu hình để thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa đã được trích ra nhờ sử dụng hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng được thiết đặt trước, để thu được vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu.

Tùy ý, theo cách thực hiện bất kỳ trong số các cách thực hiện nêu trên, bộ

dựng hình dạng có thể bao gồm:

bộ xác định tham số biến dạng, được tạo cấu hình để xác định trị số tối ưu của hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều theo các ánh xạ của đường cong đường viền mặt của mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều nhờ sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, trong đó hàm mục tiêu là:

$$\{\theta^*, b^*\} = \operatorname{argmin}_{\{\theta, b\}} \|(X^c, X^e) - (I^c, I^e) P_\theta(\mu + \Phi b)\|_2 + \lambda \|b / \rho\|_2, \text{ trong đó}$$

θ là tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, θ^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều của mặt, b là hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, b^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng b mà trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều và được xác định theo hàm mục tiêu, X^c là sự biểu diễn tham số hóa của đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, X^e là sự biểu diễn tham số hóa của vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, I^c là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi đường cong đường viền mặt X^c được ánh xạ lên không gian ba chiều, I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được ánh xạ lên không gian ba chiều, μ là mô tả trung bình được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, Φ là mô tả tuyến tính của sự biến dạng mặt, P_θ là hàm chiếu được xác định nhờ sử dụng tư thế ba chiều θ của mặt, và ρ là tham số thực hiện biến dạng được thiết đặt trước; trong đó

$$I^c = \operatorname{argmin}_{\{S'\}} \|P_\theta(S') - X^c\|_2; \text{ và}$$

S' là hình dạng mặt ba chiều ban đầu được thiết đặt trước; và

bộ con dựng hình dạng, được cấu tạo để nhập trị số tối ưu của hệ số biến dạng vào mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, để dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu, trong đó mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều là:

$$S = \mu + \Phi b ; \text{ trong đó}$$

S là sự biểu diễn tham số hóa của hình dạng mặt ba chiều.

Ngoài ra, trên cơ sở phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, thiết bị có thể còn bao gồm:

bộ thu được tập hợp mặt tham chiếu, được tạo cấu hình để thu được tập hợp mặt tham chiếu, và đặt một cách tách biệt điểm đặc trưng trong mỗi hình ảnh mặt tham chiếu của tập hợp mặt tham chiếu, trong đó hình ảnh mặt tham chiếu và hình ảnh mặt mục tiêu đáp ứng nguyên tắc bù tư thế;

bộ biến đổi đơn ứng, được tạo cấu hình để dựng sự biến đổi đơn ứng từ hình ảnh mặt mục tiêu sang hình ảnh mặt tham chiếu theo tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu và tư thế ba chiều của mặt tại hình ảnh mặt tham chiếu;

bộ biến đổi kết cấu, được tạo cấu hình để thực hiện sự biến đổi đơn ứng trên mẫu kết cấu mà của mỗi điểm đặc trưng trong hình ảnh mặt mục tiêu và trong hình ảnh mặt mục tiêu, để thu được kết cấu biến đổi đã được biến đổi;

bộ so khớp kết cấu, được tạo cấu hình để: trong hình ảnh mặt tham chiếu, xác định tách biệt vùng hình ảnh so khớp mà so khớp tốt nhất mỗi trong số các kết cấu biến đổi, để thu được các vùng hình ảnh so khớp tại hình ảnh mặt tham chiếu;

bộ so khớp vùng mục tiêu, được tạo cấu hình để xác định, theo sự tương ứng một một giữa vùng hình ảnh so khớp tại hình ảnh mặt tham chiếu và điểm đặc trưng trong hình ảnh mặt tham chiếu, điểm đặc trưng mục tiêu mà trong hình ảnh mặt tham chiếu và tương ứng với mỗi vùng hình ảnh so khớp, và xác định vùng hình ảnh so khớp mục tiêu đáp ứng yêu cầu được thiết đặt trước các vùng hình ảnh so khớp, trong đó vị trí tâm $\hat{X}_{re}^e$ của vùng hình ảnh so khớp mục tiêu và điểm đặc trưng mục tiêu X_{re}^e tương ứng với vùng hình ảnh so khớp mục

tiêu đáp ứng $\{\hat{X}_{re}^e, X_{re}^e \mid \|\hat{X}_{re}^e - X_{re}^e\| < \varepsilon\}$, trong đó ε là ngưỡng được thiết đặt trước;

bộ tối ưu hóa điểm đặc trưng, được tạo cấu hình để xác định trị số trung bình của vị trí tâm $\hat{X}_{re}^e$ và điểm đặc trưng mục tiêu X_{re}^e tương ứng với vùng hình ảnh so khớp mục tiêu như là điểm đặc trưng mặt tối ưu hóa $\hat{X}_{re}^e$;

bộ tối ưu hóa tư thế, được tạo cấu hình để thực hiện sự tính toán tối ưu hóa nhờ sử dụng điểm đặc trưng mặt tối ưu hóa $\hat{X}_{re}^e$ và theo công thức tối ưu hóa tư thế, để thu được tư thế mặt ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} , trong đó công thức tối ưu hóa tư thế là $\theta_{re}^* = \operatorname{argmin}_{\{\theta_{re}\}} \|\hat{X}_{re}^e - \mathbb{I}^e P_{\theta_{re}}(\mu + \Phi b^*)\|_2$; và

bộ tối ưu hóa hình dạng, được tạo cấu hình để tính toán hình dạng mặt ba chiều mục tiêu được tối ưu hóa nhờ sử dụng điểm đặc trưng mặt tối ưu hóa $\hat{X}_{re}^e$, tư thế mặt ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} , mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, và hàm mục tiêu tối ưu hóa được thiết đặt trước; trong đó

hàm mục tiêu tối ưu hóa là:

$$\Delta b^* = \operatorname{argmin}_{\{\Delta b\}} \|P_{\theta_{re}}^{-1} \hat{X}_{re}^e - S^e(\mu + \Phi(b^* + \Delta b))\|_1; \text{ trong đó}$$

trong công thức nêu trên, I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng mặt của mặt được xác định bởi bộ định vị điểm đặc trưng được ánh xạ lên không gian ba chiều, θ_{re} là tư thế ba chiều được tối ưu hóa cần được giải quyết trong công thức tối ưu hóa tư thế, θ_{re}^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều đã được tối ưu hóa, $P_{\theta_{re}}$ là hàm chiếu được xác định nhờ sử dụng tư thế ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} của mặt, Δb là hệ số biến dạng được tối ưu hóa, Δb^* là hệ số biến dạng trị số tối ưu mục tiêu thu được theo hàm mục tiêu tối ưu hóa, và b^* là hệ số biến dạng mà của mô hình thực nghiệm hình dạng mặt và

được giải theo hàm mục tiêu.

Theo khía cạnh khác, sáng chế còn đề xuất thiết bị xử lý hình ảnh. Dựa vào Fig.9, Fig.9 thể hiện sơ đồ kết cấu của phương án về thiết bị xử lý hình ảnh theo sáng chế, và thiết bị xử lý hình ảnh 900 theo sáng chế ít nhất bao gồm bộ xử lý 901 và bộ nhớ 902.

Bộ xử lý 801 được tạo cấu hình để thu được hình ảnh hai chiều mục tiêu; thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân bố đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu; đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và nhờ sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh; xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu; phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu; và dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu nhờ sử dụng mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều và hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, trong đó hàm mục tiêu được sử dụng để xác định hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mục tiêu, và các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên không gian ba chiều.

Bộ nhớ 902 được tạo cấu hình để lưu trữ hình ảnh hai chiều mục tiêu thu được và chương trình được chạy bởi bộ xử lý.

Bộ xử lý có thể là bộ xử lý trung tâm CPU hoặc mạch tích hợp ứng dụng cụ thể ASIC (Application Specific Integrated Circuit), hoặc được tạo cấu hình như là một hoặc nhiều mạch tích hợp mà triển khai phương án của sáng chế. Bộ nhớ có thể bao gồm bộ nhớ RAM tốc độ cao, và có thể bao gồm bộ nhớ bất khả biến.

Tùy ý, thiết bị xử lý hình ảnh còn có thể bao gồm: giao diện truyền thông và bus truyền thông (không được thể hiện trên hình vẽ).

Phương án về thiết bị cơ bản tương ứng với phương án về phương pháp, và

vì vậy đối với các bộ phận liên quan, có thể tham chiếu đến phần mô tả trong phương án về phương pháp. Phương án về hệ thống đã được mô tả chỉ là ví dụ. Các bộ phận được mô tả như là các phần tách biệt có thể hoặc có thể không tách biệt về mặt vật lý, và các phần được hiển thị dưới dạng các bộ có thể là hoặc có thể không phải các bộ phận vật lý, có thể được đặt tại một vị trí, hoặc có thể được phân phối trên các bộ phận mạng. Một số hoặc tất cả các môđun có thể được lựa chọn theo các yêu cầu thực tế để đạt được các mục đích của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu và triển khai các phương án của sáng chế mà không cần nghiên cứu sáng tạo.

Theo một vài phương án của sáng chế, cần hiểu rằng hệ thống và phương pháp đã được bộc lộ có thể được triển khai theo các cách khác mà không vượt quá phạm vi của sáng chế. Phương án hiện tại chỉ đơn thuần là ví dụ mẫu chứ không làm giới hạn sáng chế, và nội dung cụ thể đã được đưa ra sẽ không giới hạn mục đích của sáng chế. Ví dụ, bộ phận hoặc sự phân chia bộ phận con chỉ đơn thuần là sự phân chia chức năng logic và có thể là sự phân chia khác trong việc triển khai thực tế. Ví dụ, các bộ phận hoặc các bộ phận con có thể được kết hợp. Ngoài ra, các bộ phận hoặc các thành phần có thể được kết hợp hoặc có thể được tích hợp vào trong hệ thống khác, hoặc một số đặc trưng có thể được bỏ qua hoặc không được thực hiện.

Ngoài ra, không vượt quá phạm vi của sáng chế, phương pháp và thiết bị nêu trên và các sơ đồ về các phương án khác nhau có thể được kết hợp hoặc được tích hợp với hệ thống, môđun, công nghệ, hoặc phương pháp khác.

Các phần mô tả ở trên chỉ đơn thuần là các cách thực hiện cụ thể của sáng chế. Điều cần lưu ý là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể thực hiện một số cải tiến mà không trệt khỏi nguyên lý của sáng chế và các cải tiến sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý hình ảnh được thực hiện bởi máy tính bao gồm:

thu được hình ảnh mặt mục tiêu hai chiều;

thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân bố đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và bằng cách sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh;

xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

xác định các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên trên không gian ba chiều;

xác định, sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, và các ánh xạ; và

dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu sử dụng mô hình thực nghiệm và hệ số biến dạng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm thu đường cong đường viền mặt ban đầu mà là của mặt và được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, và trong đó đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh bao gồm:

trích ra vùng hình ảnh con bao gồm đường cong đường viền mặt ban đầu từ hình ảnh mặt mục tiêu;

phân chia vùng hình ảnh con bằng cách sử dụng kỹ thuật phân đoạn quá mức hình ảnh, để thu được ít nhất hai vùng phân đoạn;

trích ra các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn; và

so khớp, bằng cách sử dụng giải thuật so khớp đường cong từ các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn, đường cong đường biên gần nhất với đường cong đường viền mặt ban đầu, và xác định đường cong đường biên được so khớp như là đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm thu đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai mà được nhập bởi người dùng vào trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng thứ nhất được sử dụng để nhận dạng vùng cận cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và bao gồm mặt, trong đó đường cong nhận dạng thứ hai được sử dụng để nhận dạng vùng hậu cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và không bao gồm mặt, và trong đó đặt đường cong đường viền mặt theo đường cong nhận dạng và bằng cách sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh bao gồm:

phân chia vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh dựa vào đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai; và

thực hiện việc trích ra đường thẳng đường viền trên hình ảnh mặt mục tiêu theo vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu để trích ra đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm:

phát hiện vùng mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

thực hiện việc trích ra nhị phân hóa trong vùng mặt; và

thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa được trích ra và bằng cách sử dụng hàm dự đoán hồi quy tư thế được thiết đặt trước để thu được tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm:

xác định vùng mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

thực hiện, theo vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước,

việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa trong phạm vi cụ thể của vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước trong vùng mặt; và

thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa được trích ra bằng cách sử dụng hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng được thiết đặt trước để thu được vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hàm mục tiêu là:

$$\{\theta^*, b^*\} = \operatorname{argmin}_{\{\theta, b\}} \|(X^c, X^e) - (I^c, I^e) P_\theta(\mu + \Phi b)\|_2 + \lambda \|b / \rho\|_2,$$

trong đó θ là tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó θ^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều của mặt, trong đó b là hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, trong đó b^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng b mà trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều và được xác định theo hàm mục tiêu, trong đó X^c là sự biểu diễn tham số hóa của đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó X^e là sự biểu diễn tham số hóa của vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó I^c là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi đường cong đường viền mặt X^c được ánh xạ lên trên không gian ba chiều, trong đó I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được ánh xạ lên trên không gian ba chiều, trong đó μ là mô tả trung bình được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, trong đó Φ là mô tả tuyến tính của sự biến dạng mặt, trong đó P_θ là hàm chiếu được xác định bằng cách sử dụng tư thế ba chiều θ của mặt, và trong đó ρ là tham số thực nghiệm biến dạng được thiết đặt trước, trong đó $I^c = \operatorname{argmin}_{\{S'\}} \|P_\theta(S') - X^c\|_2$, và trong đó S' là hình dạng mặt ba chiều ban đầu được thiết đặt trước; và

trong đó phương pháp còn bao gồm nhập trị số tối ưu của hệ số biến dạng vào mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều để dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều là:

$$S = \mu + \Phi b; \text{ và}$$

trong đó S là biểu diễn tham số của hình dạng mặt ba chiều.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sau khi dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, phương pháp còn bao gồm:

thu được tập hợp mặt tham chiếu;

đặt tách biệt điểm đặc trưng trong mỗi hình ảnh mặt tham chiếu của tập hợp mặt tham chiếu, trong đó hình ảnh mặt tham chiếu và hình ảnh mặt mục tiêu đáp ứng nguyên tắc bù tư thế;

dựng sự biến đổi đơn ứng từ hình ảnh mặt mục tiêu đến hình ảnh mặt tham chiếu theo tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu và tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt tham chiếu;

thực hiện sự biến đổi đơn ứng trên mẫu kết cấu vùng mà là của mỗi điểm đặc trưng trong hình ảnh mặt mục tiêu và trong hình ảnh mặt mục tiêu để thu được các kết cấu biến đổi đã được biến đổi;

xác định tách biệt vùng hình ảnh so khớp trong hình ảnh mặt tham chiếu mà so khớp nhất mỗi trong số các kết cấu biến đổi để thu được các vùng hình ảnh so khớp trong hình ảnh mặt tham chiếu;

xác định, theo sự tương ứng một một giữa vùng hình ảnh so khớp trong hình ảnh mặt tham chiếu và điểm đặc trưng trong hình ảnh mặt tham chiếu, điểm đặc trưng mục tiêu mà trong hình ảnh mặt tham chiếu và tương ứng với mỗi vùng hình ảnh so khớp;

xác định vùng hình ảnh so khớp mục tiêu đáp ứng yêu cầu được thiết đặt trước trong các vùng hình ảnh so khớp, trong đó vị trí tâm $\hat{X}_{re}^e$ của vùng hình ảnh so khớp mục tiêu và điểm đặc trưng mục tiêu X_{re}^e tương ứng với vùng hình

ảnh so khớp mục tiêu đáp ứng $\{\hat{X}_{re}^e, X_{re}^e \mid \|\hat{X}_{re}^e - X_{re}^e\| < \varepsilon\}$, trong đó ε là ngưỡng được thiết đặt trước;

xác định trị số trung bình của vị trí tâm $\hat{X}_{re}^e$ và điểm đặc trưng mục tiêu X_{re}^e tương ứng với vùng hình ảnh so khớp mục tiêu như là điểm đặc trưng mặt

được tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$;

thực hiện việc tính toán tối ưu hóa sử dụng điểm đặc trưng mặt được tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$ và theo công thức tối ưu hóa tư thế để thu được tư thế mặt ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} , trong đó công thức tối ưu hóa tư thế là $\theta_{re}^* = \operatorname{argmin}_{\{\theta_{re}\}} \|\hat{X}_{re} - I^e P_{\theta_{re}}(\mu + \Phi b^*)\|_2$; và

tính toán hình dạng mặt ba chiều mục tiêu được tối ưu hóa bằng cách sử dụng điểm đặc trưng mặt được tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$, tư thế mặt ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} , mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, và hàm mục tiêu tối ưu hóa được thiết đặt trước; trong đó hàm mục tiêu tối ưu hóa là:

$$\Delta b^* = \operatorname{argmin}_{\{\Delta b\}} \|P_{\theta_{re}}^{-1} \hat{X}_{re} - I^e(\mu + \Phi(b^* + \Delta b))\|_1,$$

trong đó I^e là biểu diễn tham số thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được ánh xạ lên trên không gian ba chiều, trong đó θ_{re} là tư thế ba chiều được tối ưu hóa cần được giải quyết theo công thức tối ưu hóa tư thế, trong đó θ_{re}^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều được tối ưu hóa, trong đó $P_{\theta_{re}}$ là hàm chiếu được xác định bằng cách sử dụng tư thế ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} của mặt, trong đó b^* là hệ số biến dạng được xác định theo hàm mục tiêu, trong đó Δb là hệ số biến dạng mục tiêu được tối ưu hóa theo hình dạng mặt ba chiều của mô hình thực nghiệm, và trong đó Δb^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng mục tiêu được tối ưu hóa được xác định theo hàm mục tiêu tối ưu hóa.

8. Thiết bị xử lý hình ảnh bao gồm:

bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lâu dài được liên kết với bộ xử lý và lưu trữ các lệnh chương trình để thực hiện bởi bộ xử lý, trong đó các lệnh chương trình chỉ dẫn bộ xử lý để:

thu được hình ảnh mặt mục tiêu hai chiều;

thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân bố đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và bằng cách sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh;

xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

xác định các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên trên không gian ba chiều;

xác định, sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, và các ánh xạ; và

dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu sử dụng mô hình thực nghiệm và hệ số biến dạng.

9. Thiết bị theo điểm 8, trong đó các lệnh chương trình chỉ dẫn bộ xử lý để:

thu đường cong đường viền mặt ban đầu mà của mặt và được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu;

trích ra vùng hình ảnh con bao gồm đường cong đường viền mặt ban đầu từ hình ảnh mặt mục tiêu;

phân chia vùng hình ảnh con sử dụng kỹ thuật phân đoạn quá mức hình ảnh, để thu được ít nhất hai vùng phân đoạn;

trích ra các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn;

so khớp, sử dụng giải thuật so khớp đường cong từ các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn, đường cong đường biên gần nhất với đường cong đường viền mặt ban đầu, và

xác định đường cong đường biên đã được so khớp như là đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

10. Thiết bị theo điểm 8, trong đó các chỉ dẫn lập trình chỉ dẫn bộ xử lý để:

thu đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai mà được nhập bởi người dùng vào trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng thứ nhất được sử dụng để nhận dạng vùng cận cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và bao gồm mặt, và trong đó đường cong nhận dạng thứ hai được sử dụng để nhận dạng vùng hậu cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và không bao gồm mặt;

phân chia vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu bằng cách sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh dựa vào đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai; và

thực hiện việc trích ra đường thẳng đường viền trên hình ảnh mặt mục tiêu theo vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu, để trích ra đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

11. Thiết bị theo điểm 8, trong đó các lệnh chương trình chỉ dẫn bộ xử lý để:

phát hiện vùng mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

thực hiện việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa trong vùng mặt; và

thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa được trích ra và bằng cách sử dụng hàm dự đoán hồi quy tư thế được thiết đặt trước để thu được tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

12. Thiết bị theo điểm 8, trong đó các lệnh chương trình chỉ dẫn bộ xử lý để:

xác định vùng mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

thực hiện, theo vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước, việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa trong phạm vi cụ thể của vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước trong vùng mặt; và

thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa được trích ra bằng cách sử dụng hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng được thiết đặt trước, để thu được vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

13. Thiết bị theo điểm 8, trong đó hàm mục tiêu là:

$$\{\theta^*, b^*\} = \operatorname{argmin}_{\{\theta, b\}} \| (X^c, X^o) - (I^c, I^o) P_\theta(\mu + \Phi b) \|_2 + \lambda \| b / \rho \|_2,$$

trong đó θ là tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó θ^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều của mặt, trong đó b là hệ số biến dạng trong

mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, trong đó b^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng b mà trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều và được xác định theo hàm mục tiêu, trong đó X^c là sự biểu diễn tham số hóa của đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó X^e là sự biểu diễn tham số hóa của vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó I^c là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi đường cong đường viền mặt X^c được ánh xạ lên trên không gian ba chiều, trong đó I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được ánh xạ lên trên không gian ba chiều, trong đó μ là mô tả trung bình được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, trong đó Φ là mô tả tuyến tính của sự biến dạng mặt, trong đó P_θ là hàm chiếu được xác định bằng cách sử dụng tư thế ba chiều θ của mặt, và trong đó ρ là tham số thực nghiệm biến dạng được thiết đặt trước, trong đó $I^c = \operatorname{argmin}_{\{S'\}} \|P_\theta(S') - X^c\|_2$, và trong đó S' là hình dạng mặt ba chiều ban đầu được thiết đặt trước; và

trong đó các lệnh chương trình chỉ dẫn bộ xử lý để nhập trị số tối ưu của hệ số biến dạng vào mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, để dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều là:

$$S = \mu + \Phi b ; \text{ và}$$

trong đó S là sự biểu diễn tham số hóa của hình dạng mặt ba chiều.

14. Thiết bị theo điểm 8, trong đó các lệnh chương trình còn chỉ dẫn bộ xử lý để:

thu được tập hợp mặt tham chiếu;

đặt tách biệt điểm đặc trưng trong mỗi hình ảnh mặt tham chiếu của tập hợp mặt tham chiếu, trong đó hình ảnh mặt tham chiếu và hình ảnh mặt mục tiêu đáp ứng nguyên tắc bù tư thế;

dựng sự biến đổi đơn ứng từ hình ảnh mặt mục tiêu đến hình ảnh mặt tham chiếu theo tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu và tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt tham chiếu;

thực hiện sự biến đổi đơn ứng trên mẫu kết cấu vùng mà của mỗi điểm đặc

trung trong hình ảnh mặt mục tiêu và trong hình ảnh mặt mục tiêu, để thu được các kết cấu biến đổi;

xác định tách biệt vùng hình ảnh so khớp trong hình ảnh mặt tham chiếu mà so khớp nhất mỗi trong số các kết cấu biến đổi, để thu được các vùng hình ảnh so khớp trong hình ảnh mặt tham chiếu;

xác định, theo sự tương ứng một một giữa vùng hình ảnh so khớp trong hình ảnh mặt tham chiếu và điểm đặc trưng trong hình ảnh mặt tham chiếu, điểm đặc trưng mục tiêu mà trong hình ảnh mặt tham chiếu và tương ứng với mỗi vùng hình ảnh so khớp; và

xác định vùng hình ảnh so khớp mục tiêu đáp ứng yêu cầu được thiết đặt trước trong các vùng hình ảnh so khớp, trong đó vị trí tâm $\hat{X}_{re}^e$ của vùng hình ảnh so khớp mục tiêu và điểm đặc trưng mục tiêu X_{re}^e tương ứng với vùng hình

ảnh so khớp mục tiêu đáp ứng $\{\hat{X}_{re}^e, X_{re}^e \mid \|\hat{X}_{re}^e - X_{re}^e\| < \varepsilon\}$, trong đó ε là ngưỡng được thiết đặt trước;

xác định trị số trung bình của vị trí tâm $\hat{X}_{re}^e$ và điểm đặc trưng mục tiêu X_{re}^e tương ứng với vùng hình ảnh so khớp mục tiêu như là điểm đặc trưng mặt được tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$;

thực hiện việc tính toán tối ưu hóa bằng cách sử dụng điểm đặc trưng mặt được tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$ và theo công thức tối ưu hóa tư thế để thu được tư thế mặt ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} , trong đó công thức tối ưu hóa tư thế là $\theta_{re}^* = \underset{\{\theta_{re}\}}{\operatorname{argmin}} \|\hat{X}_{re} - \mathbb{I}^e P_{\theta_{re}}(\mu + \Phi b^*)\|_2$; và

tính toán hình dạng mặt ba chiều mục tiêu được tối ưu hóa bằng cách sử dụng điểm đặc trưng mặt được tối ưu hóa $\hat{X}_{re}$, tư thế mặt ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} , mô hình thực nghiệm được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, và hàm mục tiêu tối ưu hóa được thiết đặt trước; trong đó hàm mục tiêu tối ưu

hóa là:

$$\Delta b^* = \operatorname{argmin}_{\{\Delta b\}} \| P_{\theta_{re}}^{-1} \hat{X}_{re} - \Gamma^e(\mu + \Phi(b^* + \Delta b)) \|_1; \text{ và}$$

trong đó Γ^e là biểu diễn tham số thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được xác định bởi bộ đặt điểm đặc trưng được ánh xạ lên trên không gian ba chiều, trong đó θ_{re} là tư thế ba chiều được tối ưu hóa cần được giải quyết trong công thức tối ưu hóa tư thế, trong đó θ_{re}^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều được tối ưu hóa, trong đó $P_{\theta_{re}}$ là hàm chiếu được xác định bằng cách sử dụng tư thế ba chiều được tối ưu hóa θ_{re} của mặt, trong đó b^* là hệ số biến dạng được xác định theo hàm mục tiêu, trong đó Δb là hệ số biến dạng mục tiêu được tối ưu hóa trong hình dạng mặt ba chiều của mô hình thực nghiệm, và trong đó Δb^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng mục tiêu được tối ưu hóa được xác định theo hàm mục tiêu tối ưu hóa.

15. Phương pháp xử lý hình ảnh được thực hiện bằng máy tính bao gồm:

thu được hình ảnh mặt mục tiêu hai chiều;

thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng được sử dụng để chỉ báo sự phân bố đường viền mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và bằng cách sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh;

xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

xác định hàm chiếu sử dụng tư thế ba chiều của mặt;

xác định các ánh xạ của đường cong đường viền mặt và vị trí điểm đặc trưng của mặt lên trên không gian ba chiều, trong đó ánh xạ của đường cong đường viền mặt lên trên không gian ba chiều được xác định sử dụng hàm chiếu;

xác định, sử dụng hàm mục tiêu so khớp mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, hệ số biến dạng của mô hình thực nghiệm theo tư thế ba chiều, đường cong đường viền mặt, vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt

mục tiêu, và các ánh xạ; và

dựng hình dạng ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong đường viền mặt, tư thế ba chiều, và vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu sử dụng mô hình thực nghiệm và hệ số biến dạng.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm thu đường cong đường viền mặt ban đầu mà của mặt và được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu, và trong đó đặt đường cong đường viền mặt của mặt từ hình ảnh mặt mục tiêu theo đường cong nhận dạng và sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh bao gồm:

trích ra vùng hình ảnh con bao gồm đường cong đường viền mặt ban đầu từ hình ảnh mặt mục tiêu;

phân chia vùng hình ảnh con bằng cách sử dụng kỹ thuật phân đoạn quá mức hình ảnh, để thu được ít nhất hai vùng phân đoạn;

trích ra các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn; và

so khớp, bằng cách sử dụng giải thuật so khớp đường cong từ các đường biên của ít nhất hai vùng phân đoạn, đường cong đường biên gần nhất với đường cong đường viền mặt ban đầu, và xác định đường cong đường biên đã được so khớp như là đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

17. Phương pháp theo điểm 15, trong đó thu đường cong nhận dạng được đánh dấu bởi người dùng trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm thu đường cong nhận dạng thứ nhất và đường cong nhận dạng thứ hai mà được nhập bởi người dùng vào trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó đường cong nhận dạng thứ nhất được sử dụng để nhận dạng vùng cận cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và bao gồm mặt, trong đó đường cong nhận dạng thứ hai được sử dụng để nhận dạng vùng hậu cảnh mà trong hình ảnh mặt mục tiêu và không bao gồm mặt, và trong đó đặt đường cong đường viền mặt theo đường cong nhận dạng và bằng cách sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh bao gồm:

phân chia vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu sử dụng kỹ thuật phân đoạn hình ảnh dựa vào đường cong nhận dạng thứ nhất và

đường cong nhận dạng thứ hai; và

thực hiện việc trích ra đường thẳng đường viền trên hình ảnh mặt mục tiêu theo vùng cận cảnh và vùng hậu cảnh của hình ảnh mặt mục tiêu, để trích ra đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

18. Phương pháp theo điểm 15, trong đó xác định tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm:

phát hiện vùng mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

thực hiện việc trích ra đặc trưng nhị phân hóa trong vùng mặt; và

thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa được trích ra và sử dụng hàm dự đoán hồi quy tư thế được thiết đặt trước để thu được tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

19. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phát hiện vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu bao gồm:

xác định vùng mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu;

thực hiện, theo vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước, việc trích ra nhị phân hóa trong phạm vi cụ thể của vị trí điểm đặc trưng ban đầu của mặt được thiết đặt trước trong vùng mặt; và

thực hiện dự đoán hồi quy theo đặc trưng nhị phân hóa được trích ra sử dụng hàm dự đoán hồi quy điểm đặc trưng được thiết đặt trước để thu được vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu.

20. Phương pháp theo điểm 15, trong đó hàm mục tiêu là:

$$\{\theta^*, b^*\} = \underset{\{\theta, b\}}{\operatorname{argmin}} \left\| (X^c, X^e) - (I^c, I^e) P_\theta (\mu + \Phi b) \right\|_2 + \lambda \|b / \rho\|_2,$$

trong đó θ là tư thế ba chiều của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó θ^* là trị số tối ưu của tư thế ba chiều của mặt, trong đó b là hệ số biến dạng trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều, trong đó b^* là trị số tối ưu của hệ số biến dạng b mà trong mô hình thực nghiệm của hình dạng mặt ba chiều và được xác định theo hàm mục tiêu, trong đó X^c là sự biểu diễn tham số hóa của đường cong đường viền mặt của mặt trong hình ảnh mặt mục tiêu, trong đó X^e là sự biểu diễn tham số hóa của vị trí điểm đặc trưng của mặt trong hình ảnh mặt

mục tiêu, trong đó I^c là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi đường cong đường viền mặt X^c được ánh xạ lên trên không gian ba chiều, trong đó I^e là sự biểu diễn tham số hóa thu được sau khi vị trí điểm đặc trưng của mặt được ánh xạ lên trên không gian ba chiều, trong đó μ là mô tả trung bình được thiết đặt trước của hình dạng mặt ba chiều, trong đó Φ là mô tả tuyến tính của sự biến dạng mặt, trong đó P_θ là hàm chiếu được xác định bằng cách sử dụng tư thế ba chiều θ của mặt, và trong đó ρ là tham số thực nghiệm biến dạng được thiết đặt trước.

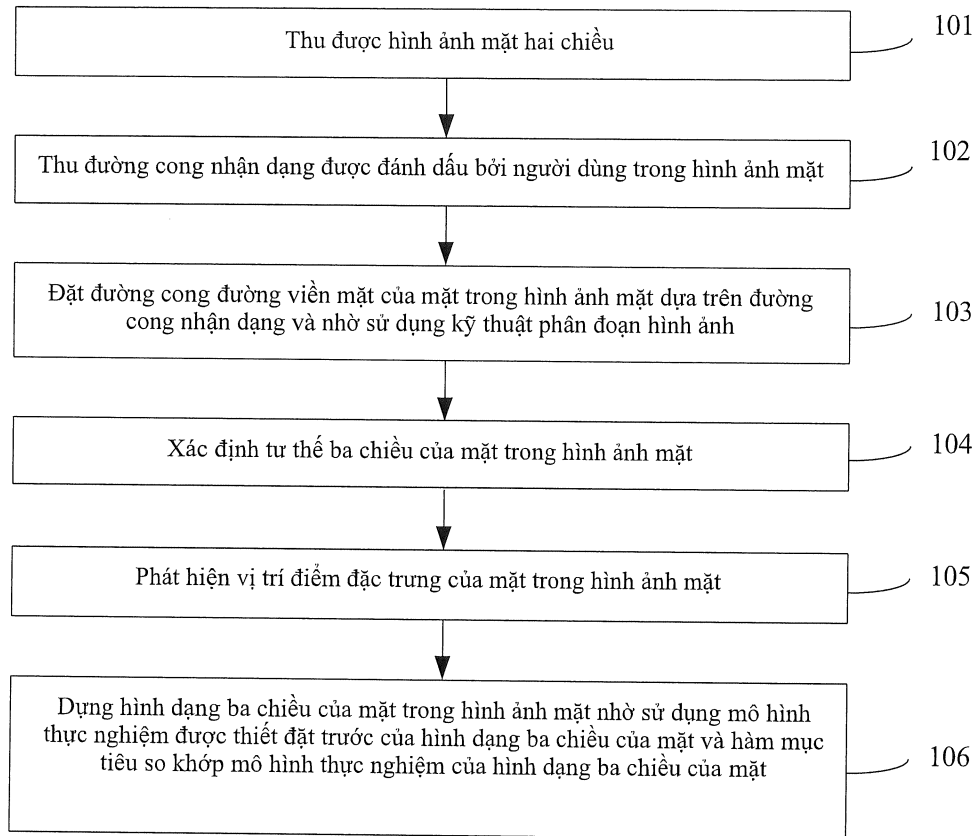


FIG. 1

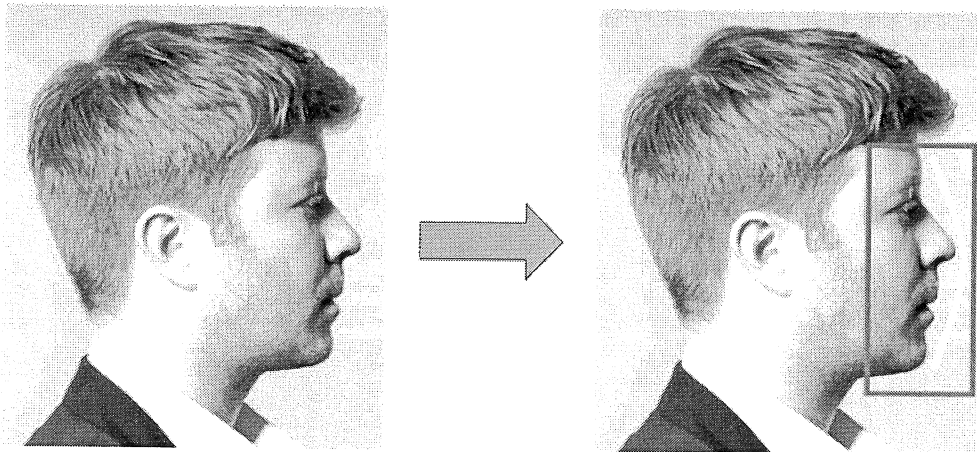


FIG. 2a

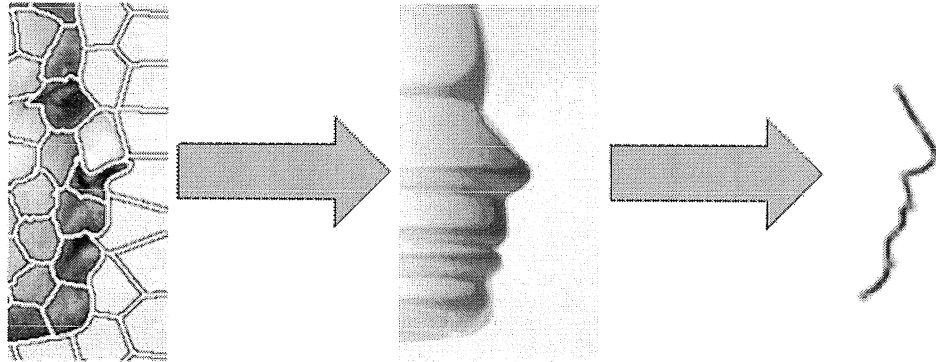


FIG. 2b

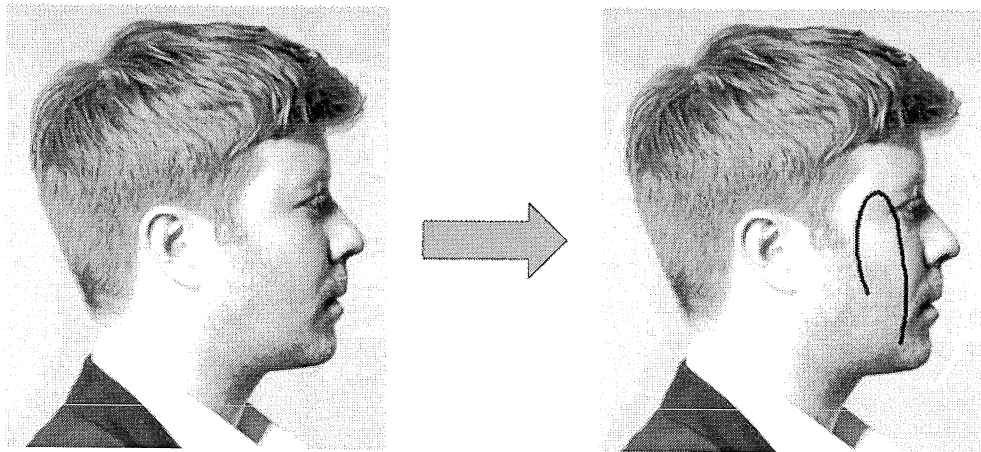


FIG. 3

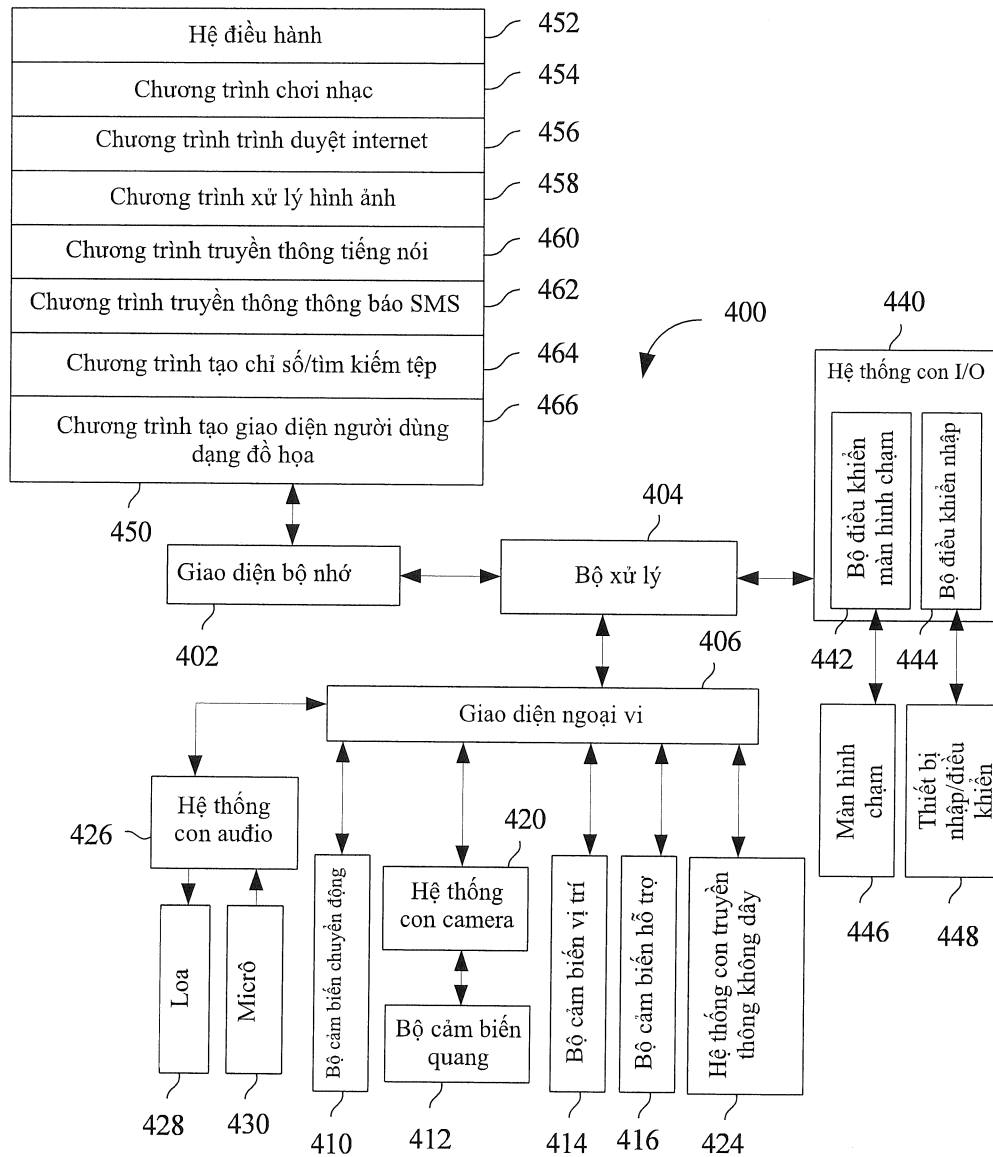


FIG. 4

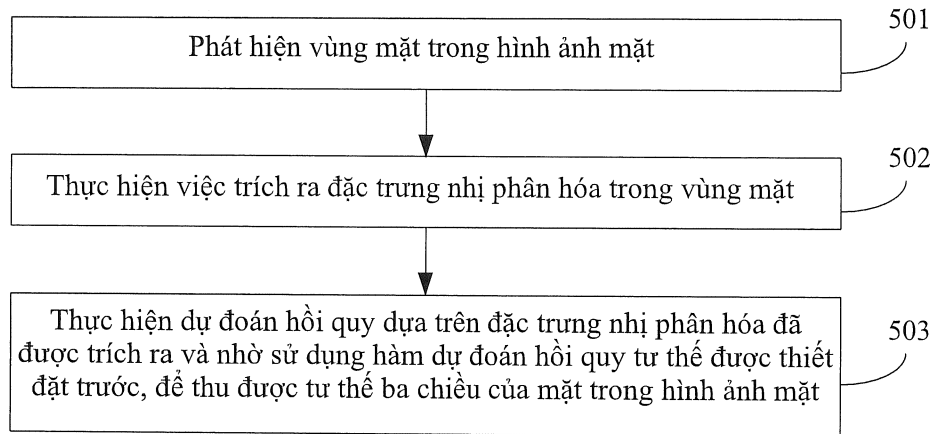


FIG. 5

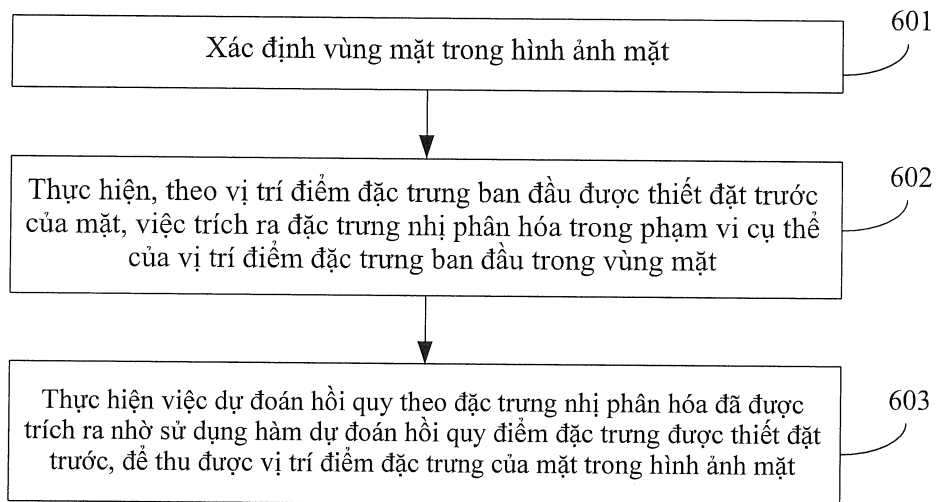


FIG. 6

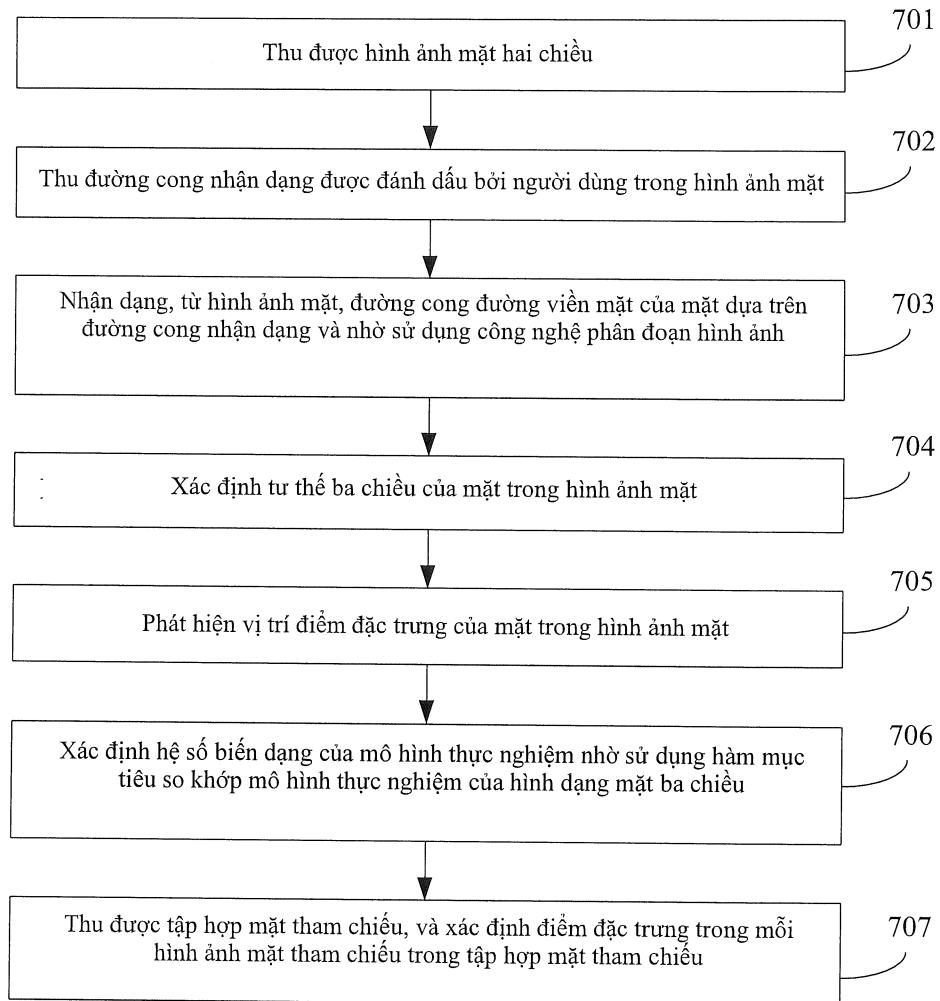


FIG. 7A

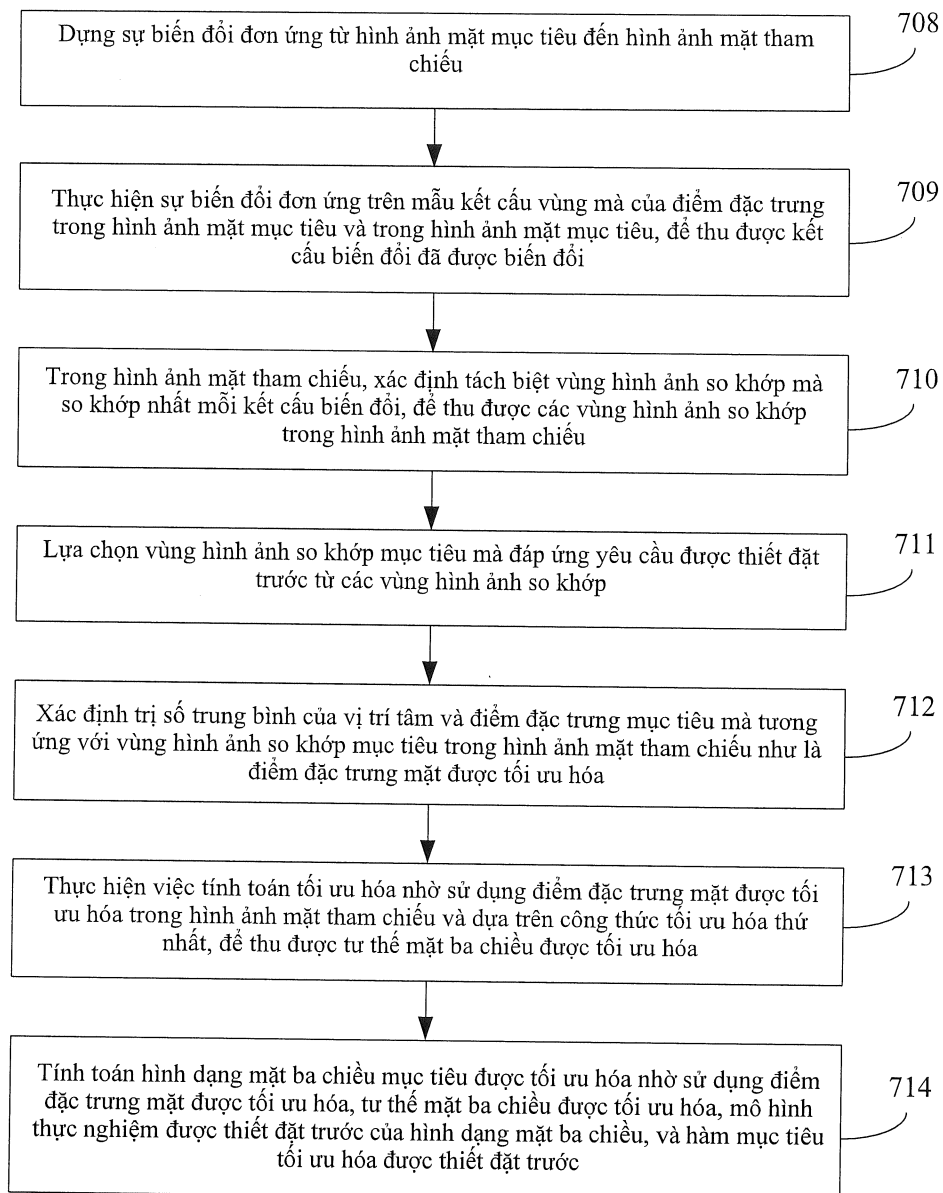


FIG. 7B

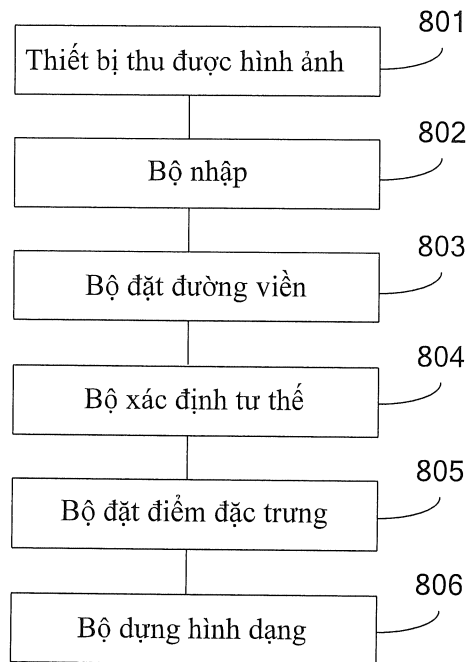


FIG. 8

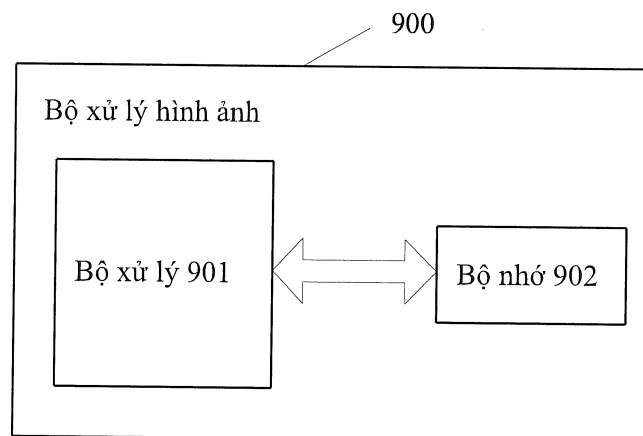


FIG. 9