



(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)



1-0042202

(51)^{2020.01} G06T 17/00

(13) B

(21) 1-2020-05616

(22) 30/09/2020

(45) 25/12/2024 441

(43) 25/12/2020 393

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

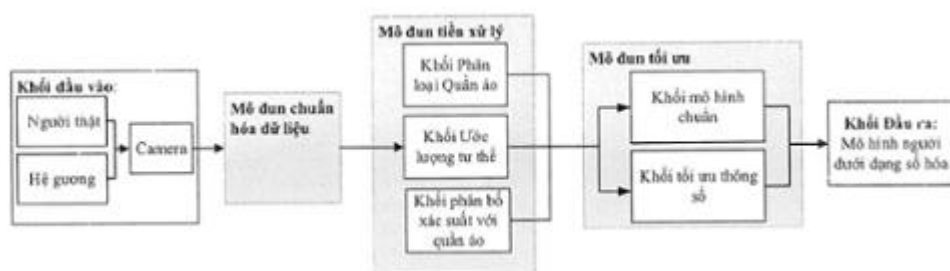
Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) CAO XUÂN CẢNH (VN); TRẦN VĂN ĐỨC (VN); NGÔ HẢI LINH (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG LÀM GIÀU DỮ LIỆU CHO QUÁ TRÌNH SỐ HÓA CƠ THỂ NGƯỜI DƯỚI LỚP TRANG PHỤC

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống làm giàu dữ liệu cho quá trình số hóa cơ thể người dưới lớp trang phục sử dụng một camera kết hợp với gương phẳng. Hệ thống có khả năng cung cấp đầy đủ các thông tin của đối tượng để phục vụ cho quá trình dựng người 3D mà không cần hệ thống nhiều camera cùng nhìn vào một vùng không gian, đồng thời tận dụng được hệ thống gương có sẵn trong các tòa nhà, cửa hàng, trung tâm mua sắm. Hệ thống gồm ba môđun chính và hai khối phụ trợ: khối đầu vào, khối đầu ra, môđun chuẩn hóa dữ liệu, môđun tiền xử lý và môđun tối ưu. Môđun chuẩn hóa dữ liệu bao gồm ba khối chính: khối trích xuất dữ liệu; khối chuyển đổi hệ dữ liệu; khối hiệu chuẩn ảnh. Môđun tiền xử lý bao gồm ba khối xử lý: khối phân loại quần áo; khối ước lượng tư thế; khối phân bố xác suất với quần áo. Môđun tối ưu bao gồm hai khối chính: khối mô hình chuẩn; khối tối ưu thông số.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống làm giàu dữ liệu cho quá trình số hóa cơ thể người dưới lớp trang phục. Cụ thể hệ thống làm giàu dữ liệu cho quá trình số hóa cơ thể người dưới lớp trang phục sử dụng một camera và hệ gương được ứng dụng trong lĩnh vực mô phỏng ứng dụng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống số hóa cơ thể người từ ảnh màu (RGB) sử dụng phương pháp học máy và thuật toán tối ưu phải kết hợp nhiều camera để thu thập dữ liệu cơ thể người từ nhiều hướng nhìn khác nhau. Trong đó, kỹ thuật học máy được sử dụng để xác định bốn thông tin đặc trưng trên ảnh chụp người gồm: phân loại và nhận diện vùng quần áo, ước lượng vị trí các khớp và tư thế, xác định vùng người và vùng nền trên ảnh, đảm bảo các ràng buộc về tỷ lệ cơ thể theo chủng người. Thuật toán tối ưu được sử dụng nhằm sinh dữ liệu ba chiều người sao cho dữ liệu đó trùng khớp với các thông tin thu được trên ảnh. Tổng quan mô hình được biểu diễn như Hình 1.

Nhược điểm của phương pháp số hóa cơ thể người sử dụng nhiều camera là khi số hóa cơ thể, tất cả các camera đều phải cùng nhìn vào cơ thể người từ nhiều hướng khác nhau, điều này dẫn đến việc tốn kém chi phí khi phải lắp đặt nhiều camera cùng nhìn vào một không gian. Không gian giao nhau giữa vùng nhìn của các camera hẹp gây khó khăn cho việc hiệu chỉnh camera và đòi hỏi việc lắp đặt, căn chỉnh hệ thống phức tạp tốn thời gian, gây khó khăn trong việc triển khai thực tế. Việc sử dụng gương đúng tận dụng được hệ thống gương có sẵn bên trong các cửa hàng quần áo hay trong trung tâm mua sắm. Bên cạnh đó để có thể dựng người chính xác yêu cầu tư thế của người thu được từ các máy ảnh phải giống nhau, do đó cần phải sử dụng các thuật toán đồng bộ phức tạp giữa các camera. Việc sử dụng một camera kết hợp với gương đúng thu thập được dữ liệu tương tự như dữ liệu thu được từ nhiều camera đồng thời tận dụng được tính năng đồng bộ giữa dữ liệu của đối tượng và hình ảnh phản chiếu của đối tượng trong gương đúng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống làm giàu dữ liệu cho quá trình số hóa cơ thể người dưới lớp quần áo sử dụng một camera và gương đứng để sinh thêm dữ liệu cho quá trình số hóa. Trong đó hệ thống gương được sử dụng để thu thập thêm các thông tin bị che khuất từ hướng nhìn khác.

Để đạt được mục đích nêu trên, hệ thống làm giàu dữ liệu cho quá trình số hóa cơ thể người dưới lớp quần áo sử dụng ba môđun chính và hai khối phụ trợ như sau:

Khối đầu vào có chức năng thu nhận các ảnh màu, đây là nguyên liệu để môđun tiền xử lý thực hiện việc xử lý hình ảnh trước khi số hóa.

Môđun chuẩn hóa dữ liệu có chức năng trích xuất các thông tin, tính toán xử lý các thông tin thu được để phù hợp với đầu vào của môđun tiền xử lý. Cụ thể môđun chuẩn hóa dữ liệu gồm các khối sau: khối trích xuất dữ liệu: có chức năng trích xuất các thông tin cần thiết trong ảnh; khối chuyển đổi hệ dữ liệu: có chức năng chuyển đổi các thông tin trích xuất được thành các thông tin như thu được từ các camera riêng biệt; khối hiệu chuẩn ảnh: có chức năng hiệu chỉnh các sai lệch như độ méo, cong của hình ảnh.

Môđun tiền xử lý thực hiện chức năng thu thập dữ liệu ảnh và các thông tin trên ảnh dùng cho môđun tối ưu.

Môđun tối ưu có chức năng xây dựng mô hình tham số sao cho hình chiếu của nó khớp với hình ảnh của người trong ảnh.

Khối đầu ra có chức năng hiển thị kết quả cuối cùng dưới dạng một tập tin mô hình lưới (fbx) theo quy định về số đa giác và số đỉnh của mô hình. Khối đầu ra có thể là màn hình máy tính hoặc máy chiếu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ phương pháp truyền thống số hóa cơ thể người;

Hình 2 là hình vẽ mô tả sơ đồ phương pháp số hóa cơ thể người được đề cập trong sáng chế;

Hình 3 là hình vẽ môđun chuẩn hóa dữ liệu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả chi tiết bên cạnh giải pháp kỹ thuật đề xuất, một số bước và kỹ thuật không thay đổi so với phương pháp truyền thống (như được biểu diễn trong hình 1) có sử dụng các thuật ngữ được làm rõ theo cách diễn giải như sau:

Mô hình người dưới dạng số hóa là dữ liệu sử dụng các quy chuẩn về điểm lưới, mặt lưới để mô tả về hình dáng ba chiều của cơ thể mà đảm bảo các kích thước của cơ thể thật, cùng các điểm quy chiều để mô tả vị trí các khớp xương mà thông qua đó giúp có thể điều khiển được mô hình số hóa này. Dữ liệu này được lưu dưới định dạng ảnh ba chiều hoạt họa, với phần đuôi mở rộng fbx, là dạng lưu trữ đối tượng, có thể lưu được các chuyển động nhờ khung xương bên cạnh các dữ liệu mang các thuộc tính và ngoại hình như màu sắc, kết cấu, hình thái 2D, 3D, âm thanh, và video.

Khớp trong cơ thể người là điểm / hay đúng hơn là bề mặt / bộ phận kết nối vật lý giữa các xương với nhau.

Phân vùng quần áo là miền diện tích được xác định là có từng loại quần áo, nền ảnh, da, tóc hiển thị trên ảnh.

Phân bố xác suất đối với từng loại quần áo là xác suất thống kê về tần suất xuất hiện một khoảng cách giữa bề mặt quần áo và bề mặt da người.

Loại quần áo trong kỹ thuật được đề xuất được hiểu bao gồm mười một nhóm: nền ảnh, da, tóc, áo trong, áo ngoài, váy liền, váy, quần, giày, túi và các thứ khác.

Kỹ thuật học máy được sử dụng trong hệ thống đề xuất là các kỹ thuật trích xuất các đặc điểm ảnh rồi thông qua học máy đề xuất các mô hình dự đoán, phân loại, xác định, ràng buộc: các loại quần áo, các vùng quần áo, vùng người, vùng nền, vị trí các khớp xương, chủng người.

Thuật toán tối ưu đề cập đến việc thay đổi các thông số điều khiển để sinh dữ liệu mô hình ba chiều cơ thể (tuân theo mô hình chuẩn) người sao cho dữ liệu đó trùng khớp với các thông tin thu được trên ảnh.

Mô hình chuẩn cung cấp những quy tắc cần tuân theo về số lượng điểm lưới, hình dáng, vị trí mặt lưới, vị trí điểm khớp mà việc sinh ba chiều cơ thể phải tuân theo.

Hình 2 thể hiện hệ thống đề xuất có sự khác biệt so với hệ thống cổ điển, với đầu vào là ảnh thu được chỉ từ một camera của khối đầu vào, sau đó trải qua quá trình xử lý nhờ ba môđun chính: môđun chuẩn hóa dữ liệu; môđun tiền xử lý; môđun tối ưu. Trong đó, khối đầu vào thực hiện chức năng được làm giàu thông tin về tư thế và hình dáng cơ thể cho ảnh nhờ hệ gương, thay vì chỉ xử lý số liệu từ các đầu vào giàu sẵn thông tin, môđun chuẩn hóa dữ liệu thực hiện chức năng khai thác dữ liệu từ ảnh đã được làm giàu nhờ hệ gương bằng cách trích xuất và chuẩn hóa các dữ liệu thu được từ một camera, môđun tiền xử lý, thực hiện chức năng thu thập dữ liệu ảnh rồi cho đầu ra là các thông tin trên ảnh (thông số về vị trí các khớp trên cơ thể người, phân vùng quần áo, loại quần áo, phân bố xác suất đối với từng loại quần áo trên cơ thể người) được dùng làm đầu vào cho môđun tối ưu làm nhiệm vụ sinh mô hình người 3D thỏa mãn các thông tin trên ảnh. Nội dung chi tiết các khối và môđun như sau:

- Khối đầu vào:

Khối đầu vào có chức năng thu nhận các ảnh màu, đây là nguyên liệu để môđun tiền xử lý thực hiện việc xử lý hình ảnh trước khi số hóa; khối đầu vào gồm có hai thành phần chính: một là bất kỳ thiết bị thu nhận hình ảnh màu như máy ảnh, camera, điện thoại thông minh có tính năng chụp ảnh, máy quét hình ảnh (gọi chung là camera); hai là hệ gương được bố trí ở phía trước cơ thể người như Hình 4. Trong đó camera được bố trí nhìn vào mặt bên của người, qua đó hình ảnh trên gương sẽ chứa các thông tin mặt trước của người đứng. Với việc bố trí này, hình ảnh thu được sẽ chứa đầy đủ các thông tin của đối tượng đủ để làm đầu vào cho môđun tối ưu.

- Môđun chuẩn hóa dữ liệu:

Môđun chuẩn hóa dữ liệu có chức năng trích xuất các thông tin thu được từ camera và chuyển đổi các thông tin trích xuất được phù hợp với đầu vào của môđun tiền xử lí.

Như được thể hiện trên Hình 3, môđun chuẩn hóa dữ liệu gồm các khối chính:

- Khối trích xuất dữ liệu: có chức năng trích xuất các thông tin cần thiết trong ảnh. Hình ảnh thu được từ một camera sẽ chứa hình ảnh của người trên gương, do đó việc phân biệt đâu là hình ảnh người thật và đâu là ảnh người trong gương sẽ được thực hiện nhờ kĩ thuật học máy. Kĩ thuật học máy được sử dụng để xác định một hình chữ nhật sao cho nó bao trọn vùng người trong ảnh vừa nhận diện xem đó là ảnh người trong gương hay là người thật. Sau đó sẽ tách hình ảnh thu được thành hai hình ảnh: một ảnh chỉ chứa người thật (hình ảnh người trên gương bị che đi) và một ảnh chỉ chứa người trong gương.

- Khối chuyển đổi hệ dữ liệu: có chức năng chuyển đổi hệ gương và một camera sang hệ hai camera (một camera ảo và một camera thật như thể hiện trên Hình 6) tương ứng với dữ liệu đã được trích xuất từ khối trích xuất dữ liệu. Tức là thông số của các camera sẽ được tính toán và xác định sao cho hình ảnh thu được từ hệ mới là tương đương. Để đảm bảo thu thập đầy đủ dữ liệu cho quá trình số hóa, hệ camera và gương được bố trí như Hình 4. Trong đó camera được bố trí nhìn vào mặt bên của người, qua đó hình ảnh trên gương sẽ chứa các thông tin mặt trước của người đứng. Hình ảnh thu được từ camera được thể hiện như trong Hình 5a, sau khi thực hiện trích xuất dữ liệu sẽ thu được hai hình ảnh riêng biệt: Hình 5b bên trái (chỉ chứa người thật), Hình 5b bên phải (chỉ chứa người trong gương). Tham chiếu đến Hình 6, sáng chế đề cập đến sơ đồ bố trí hệ camera thực và ảo để dữ liệu thu được tương đương với Hình 5b. Trong đó camera ảo có được bố trí đối xứng với camera thật qua mặt phẳng gương phẳng.

Do môđun tối ưu cần phải biết thông số của camera nên cần thiết phải xác định các ma trận thông số nội (INT) và ma trận thông số ngoại (EXT) của camera thật có dạng như sau:

$$INT = \begin{bmatrix} fx & 0 & cx \\ 0 & fy & cy \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad EXT = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix}$$

Trong đó, fx và fy là tiêu cự theo các chiều mặt phẳng ảnh của camera; cx , cy là vị trí tâm ảnh. r_{ij} là các thành phần ma trận xoay của hệ tọa độ camera sang hệ tọa độ gắn đất. t_i là các thành phần tịnh tiến theo các trục của hệ tọa độ camera sang hệ tọa độ gắn đất.

Đối với camera ảo, thông số nội được lấy hoàn toàn giống camera thật do tính chất ảnh ảo. Để xác định ma trận thông số ngoại, một tấm caro được bố trí như hình 5a sao cho hình ảnh trên camera chứa cả hình ảnh tấm caro và hình phản chiếu của nó. Qua đó ma trận thông số ngoại (EXT) được định nghĩa là ma trận chuyển hệ trục tọa độ từ hệ tọa độ camera đến hệ tọa độ gắn với góc bàn cờ sẽ được xác định bằng cách sử dụng phương pháp calibrate camera.

- Khối hiệu chuẩn ảnh: có chức năng hiệu chỉnh các sai lệch như độ méo, cong của hình ảnh.

Thông qua quá trình calibrate camera, ta xác định được các hệ số méo của camera (k_1, k_2, k_3). Để khử méo của hình ảnh các hệ số méo được sử dụng như sau:

$$x = x_d(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6)$$

$$y = y_d(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6)$$

Trong đó: x_d, y_d là tọa độ của các điểm ảnh bị méo, $r^2 = x_d^2 + y_d^2$; x, y là tọa độ của các điểm ảnh đã được khử méo.

○ Môđun tiền xử lý (processing):

Môđun tiền xử lý có chức năng hiệu chuẩn, trích xuất các thông tin/ dữ liệu trên ảnh (RGB) để làm đầu vào cho môđun tối ưu (optimization).

Môđun tiền xử lý thu thập đầu vào là các ảnh màu (ảnh RGB), trước khi được trích xuất thông tin các ảnh đầu vào sẽ được đi qua một khối hiệu chuẩn ảnh, là khối giúp các ảnh tuân theo những quy tắc về kích thước ảnh, vị trí chụp, độ sáng, độ đồng dạng, hiệu

chỉnh độ méo, uốn cong trên ảnh, đồng thời tính toán thông số của máy ảnh như tiêu cự máy ảnh.

Các ảnh sau quá trình hiệu chuẩn như trên sẽ được trích xuất các dữ liệu để phục vụ làm đầu vào cho môđun tối ưu. Việc trích xuất dữ liệu thông qua các khối trích xuất như sau:

Khối phân loại quần áo, khối này sử dụng phương pháp học máy để nhận dạng, phân loại và xác định vị trí các loại quần áo xuất hiện trên ảnh. Phương pháp học máy thông qua việc học từ các tập dữ liệu có gán nhãn và phân vùng của các đối tượng sẽ giúp xác định được những phân vùng và nhãn tượng tự khi duyệt một ảnh đầu vào mới. Trong đó có mười một vùng cần xác định: nền ảnh, da, tóc, áo trong, áo ngoài, váy liền, váy, quần, giày, túi và các thứ khác.

Khối ước lượng tư thế, khối này cũng sử dụng phương pháp học máy để phân loại tìm ra các đối tượng trong ảnh, đó là: người, đỉnh đầu, vai, cổ, cùi trỏ, cổ tay, cổ chân, đầu gối, hông đồng thời xác định các khớp tương ứng với các phần đó. Sau khi xác định được các khớp trên cơ thể người, các khớp này sẽ được nối lại với nhau dựa trên quy tắc cùng một đối tượng người hoặc có trường màu liên tục ở giữa cặp khớp (trường cánh tay, trường thân, cẳng chân ...). Sau khi hoàn thành việc nối, thu được một khung xương thể hiện tư thế của đối tượng dưới dạng số hóa.

Khối phân bố xác suất với quần áo, khối này giúp ước lượng khoảng cách từ quần áo đến bề mặt da người bằng việc sử dụng thống kê về tần suất xuất hiện một khoảng cách giữa bề mặt loại quần áo nào đó và bề mặt da người. Bên cạnh việc xác định vị trí các khớp xương, với việc xác định loại quần áo từ khối trích xuất đầu tiên, và khối thống kê này, việc ước lượng khoảng cách so với da cơ thể cho đúng loại quần áo sẽ là dữ liệu quan trọng cho khối tối ưu tiếp theo.

○ Môđun tối ưu

Môđun tối ưu gồm hai khối chính: khối mô hình chuẩn và khối tối ưu thông số. Trong đó:

Khối mô hình chuẩn: là khối xây dựng mô hình người chuẩn, có chứa các tham số điều khiển tư thế (đứng, ngồi, dang tay...) và tham số điều khiển hình dạng (cao, thấp, gầy, béo...), qua đó, có thể thay đổi mô hình ba chiều chuẩn thành mô hình ba chiều của người thực.

Khối tối ưu thông số: có chức năng biến đổi mô hình người chuẩn thành mô hình người xấp xỉ người thật dựa trên việc tối ưu các tham số về tư thế và hình dạng thỏa mãn các thông tin tư thế, phân loại quần áo trong môđun tiền xử lý.

Tham chiếu Hình 2, bên cạnh khối đầu vào và ba môđun trên, hệ thống số hóa cơ thể người có mặc trang phục còn có khối đầu ra là khối phụ trợ có chức năng hiển thị kết quả cuối cùng dưới dạng một tập tin mô hình lưới (fbx) theo quy định về số đa giác và số đỉnh của mô hình. Khối đầu ra có thể là màn hình máy tính hoặc máy chiếu.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống làm giàu dữ liệu cho quá trình số hóa cơ thể người dưới lớp trang phục gồm các khối và môđun như sau:

khối đầu vào có chức năng thu nhận các ảnh màu, đây là nguyên liệu để môđun tiền xử lý thực hiện việc xử lý hình ảnh trước khi số hóa; khối đầu vào ngoài người thật ra còn có hai thành phần chính, gồm:

thiết bị có thể thu nhận được hình ảnh màu như máy ảnh, camera, điện thoại thông minh có tính năng chụp ảnh, máy quét hình ảnh (gọi chung là camera);

hệ gương;

môđun chuẩn hóa dữ liệu: thực hiện chức năng trích xuất và chuẩn hóa các dữ liệu thu được từ một camera; môđun chuẩn hóa dữ liệu bao gồm ba khối chính:

- khối trích xuất dữ liệu: có chức năng trích xuất các thông tin cần thiết trong ảnh; hình ảnh thu được từ một camera sẽ chứa hình ảnh của người trên gương, do đó việc phân biệt đâu là hình ảnh người thật và đâu là ảnh người trong gương sẽ được thực hiện nhờ kỹ thuật học máy; kỹ thuật học máy được sử dụng để xác định một hình chữ nhật sao cho nó bao trọn vùng người trong ảnh vừa nhận diện xem đó là ảnh người trong gương hay là người thật; sau đó sẽ tách hình ảnh thu được thành hai hình ảnh: một ảnh chỉ chứa người thật (hình ảnh người trên gương bị che đi) và một ảnh chỉ chứa người trong gương;

- khối chuyển đổi hệ dữ liệu: có chức năng chuyển đổi hệ gương và một camera sang hệ hai camera (một camera ảo và một camera thật) tương ứng với dữ liệu đã được trích xuất từ khối trích xuất dữ liệu; tức là thông số của các camera sẽ được tính toán và xác định sao cho hình ảnh thu được từ hệ mới là tương đương; để đảm bảo thu thập đầy đủ dữ liệu cho quá trình số hóa, camera được bố trí nhìn vào mặt bên của người, người đứng chéo với gương 1 góc sao cho hình ảnh trên gương sẽ chứa các thông tin mặt trước của người đứng; hình ảnh thu được từ camera sẽ

bao gồm ảnh mặt trước ảo (trong gương) và ảnh mặt bên thật, sau khi thực hiện trích xuất dữ liệu sẽ thu được hai hình ảnh riêng biệt; do môđun tối ưu cần phải biết thông số của camera nên cần thiết phải xác định các ma trận thông số nội (INT) và ma trận thông số ngoại (EXT) của camera thật có dạng như sau:

$$INT = \begin{bmatrix} fx & 0 & cx \\ 0 & fy & cy \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad EXT = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix}$$

trong đó, fx và fy là tiêu cự theo các chiều mặt phẳng ảnh của camera. cx , cy là vị trí tâm ảnh. r_{ij} là các thành phần ma trận xoay của hệ tọa độ camera sang hệ tọa độ gắn đất. t_i là các thành phần tịnh tiến theo các trục của hệ tọa độ camera sang hệ tọa độ gắn đất;

đối với camera ảo, thông số nội được lấy hoàn toàn giống camera thật do tính chất ảnh ảo; để xác định ma trận thông số ngoại, một tấm caro được bố trí dưới nền giữa người và gương sao cho hình ảnh trên camera chứa cả hình ảnh tấm caro và hình phản chiếu của nó; đó ma trận thông số ngoại (EXT) được định nghĩa là ma trận chuyển hệ trục tọa độ từ hệ tọa độ camera đến hệ tọa độ gắn với góc bàn cờ sẽ được xác định bằng cách sử dụng phương pháp calibrate camera;

- khối hiệu chuẩn ảnh: có chức năng hiệu chỉnh các sai lệch như độ méo, cong của hình ảnh; trong đó:

thông qua quá trình hiệu chỉnh camera, ta xác định được các hệ số méo của camera (k_1, k_2, k_3); để khử méo của hình ảnh các hệ số méo được sử dụng như sau:

$$x = x_d(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6)$$

$$y = y_d(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6)$$

trong đó: x_d, y_d là tọa độ của các điểm ảnh bị méo, $r^2 = x_d^2 + y_d^2$; x, y là tọa độ của các điểm ảnh đã được khử méo;

môđun tiền xử lý: sử dụng phương pháp học máy để xác định các thông tin về loại quần áo, tư thế người trên ảnh đã được hiệu chuẩn; môđun tiền xử lý bao gồm ba khối chính:

khối phân loại quần áo: khối này sử dụng phương pháp học máy để nhận dạng, phân loại và xác định vị trí các loại quần áo xuất hiện trên ảnh; phương pháp học máy thông qua việc học từ các tập dữ liệu có gán nhãn và phân vùng của các đối tượng sẽ giúp xác định được những phân vùng và nhãn tượng tự khi duyệt một ảnh đầu vào mới; trong đó có mười một vùng cần xác định: nền ảnh, da, tóc, áo trong, áo ngoài, váy liền, váy, quần, giày, túi và các thứ khác;

khối ước lượng tư thế: khối này cũng sử dụng phương pháp học máy để phân loại tìm ra các đối tượng trong ảnh, đó là: người, đỉnh đầu, vai, cổ, cùi trỏ, cổ tay, cổ chân, đầu gối, hông đồng thời xác định các khớp tương ứng với các phần đó; sau khi xác định được các khớp trên cơ thể người, các khớp này sẽ được nối lại với nhau dựa trên quy tắc cùng một đối tượng người hoặc có trường màu liên tục ở giữa cặp khớp (trường cánh tay, trường thân, cẳng chân ...); sau khi hoàn thành việc nối, thu được một khung xương thể hiện tư thế của đối tượng dưới dạng số hóa;

khối phân bố xác suất với quần áo: khối này giúp ước lượng khoảng cách từ quần áo đến bề mặt da người bằng việc sử dụng thống kê về tần suất xuất hiện một khoảng cách giữa bề mặt loại quần áo nào đó và bề mặt da người; bên cạnh việc xác định vị trí các khớp xương, với việc xác định loại quần áo từ khối trích xuất đầu tiên, và khối thống kê này, việc ước lượng khoảng cách so với da cơ thể cho đúng loại quần áo sẽ là dữ liệu quan trọng cho khối tối ưu tiếp theo;

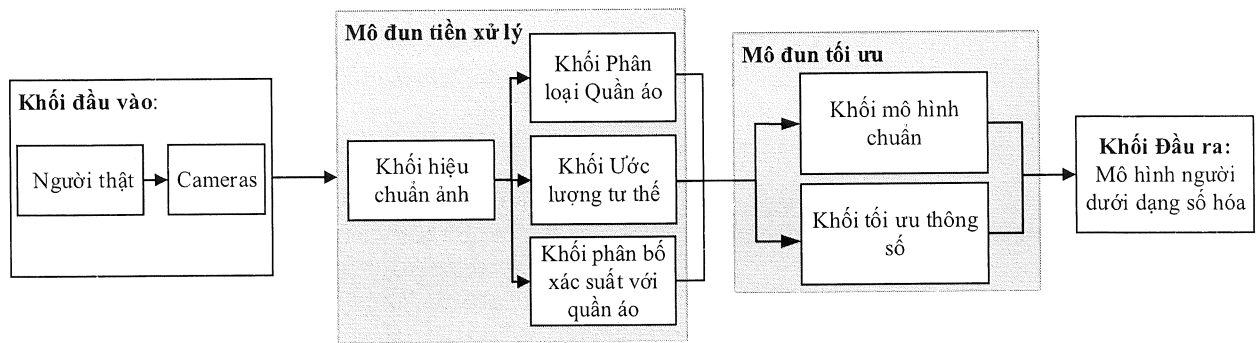
môđun tối ưu: có chức năng biến đổi mô hình người chuẩn thành mô hình người xấp xỉ người thực; môđun tối ưu bao gồm hai khối chính:

khối mô hình chuẩn: là khối xây dựng mô hình người chuẩn, có chứa các tham số điều khiển tư thế (đứng, ngồi, dang tay...) và tham số điều khiển hình dạng

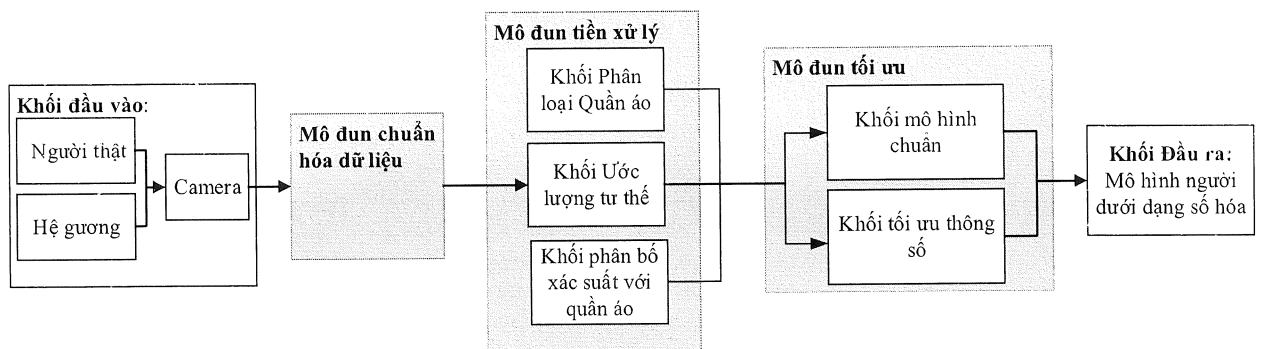
(cao, thấp, gầy, béo...), qua đó, có thể thay đổi mô hình ba chiều chuẩn thành mô hình ba chiều của người thực;

khối tối ưu thông số: có chức năng biến đổi mô hình người chuẩn thành mô hình người xấp xỉ người thật dựa trên việc tối ưu các tham số về tư thế và hình dạng thỏa mãn các thông tin tư thế, phân loại quần áo trong môđun tiền xử lý;

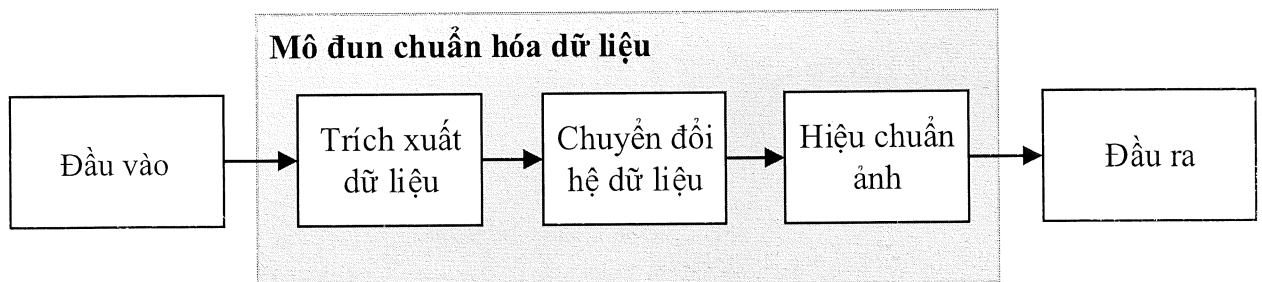
khối đầu ra: có chức năng hiển thị kết quả cuối cùng dưới dạng một tập tin mô hình lưới (fbx) theo quy định về số đa giác và số đỉnh của mô hình; khối đầu ra có thể là màn hình máy tính hoặc máy chiếu.



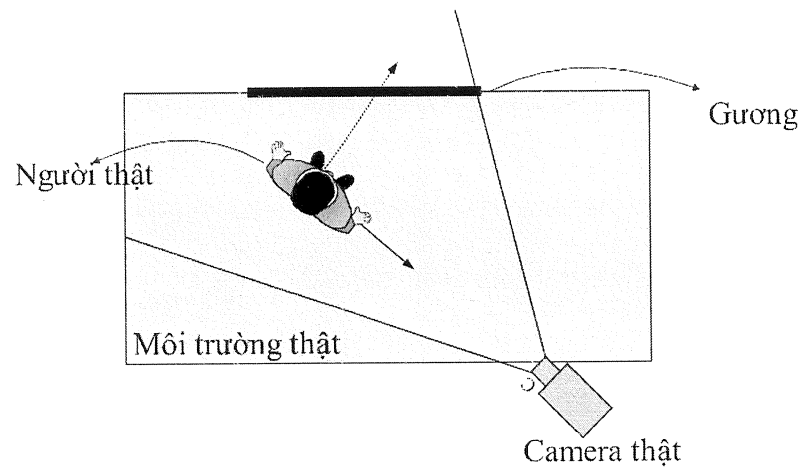
Hình 1



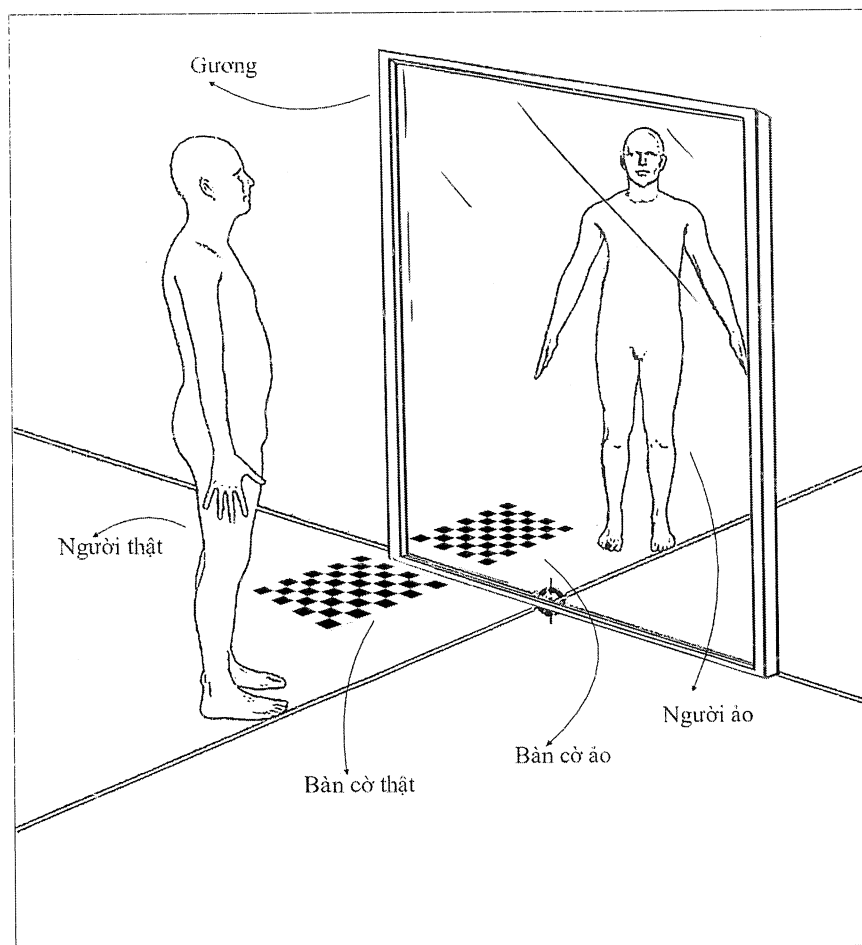
Hình 2



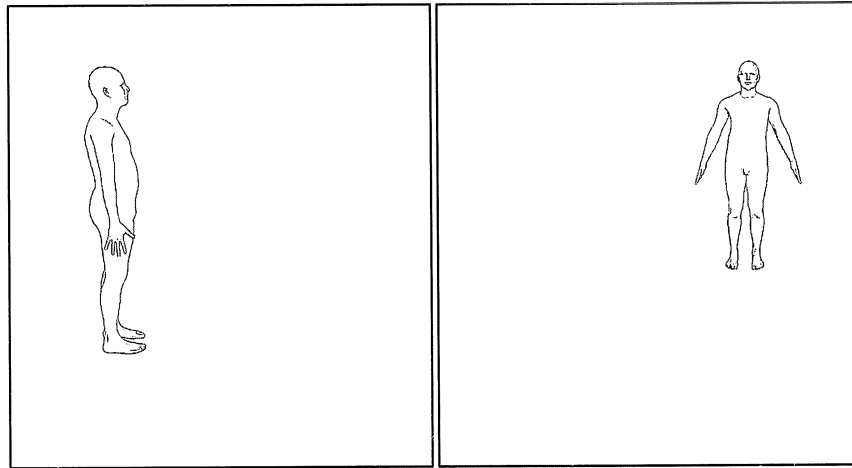
Hình 3



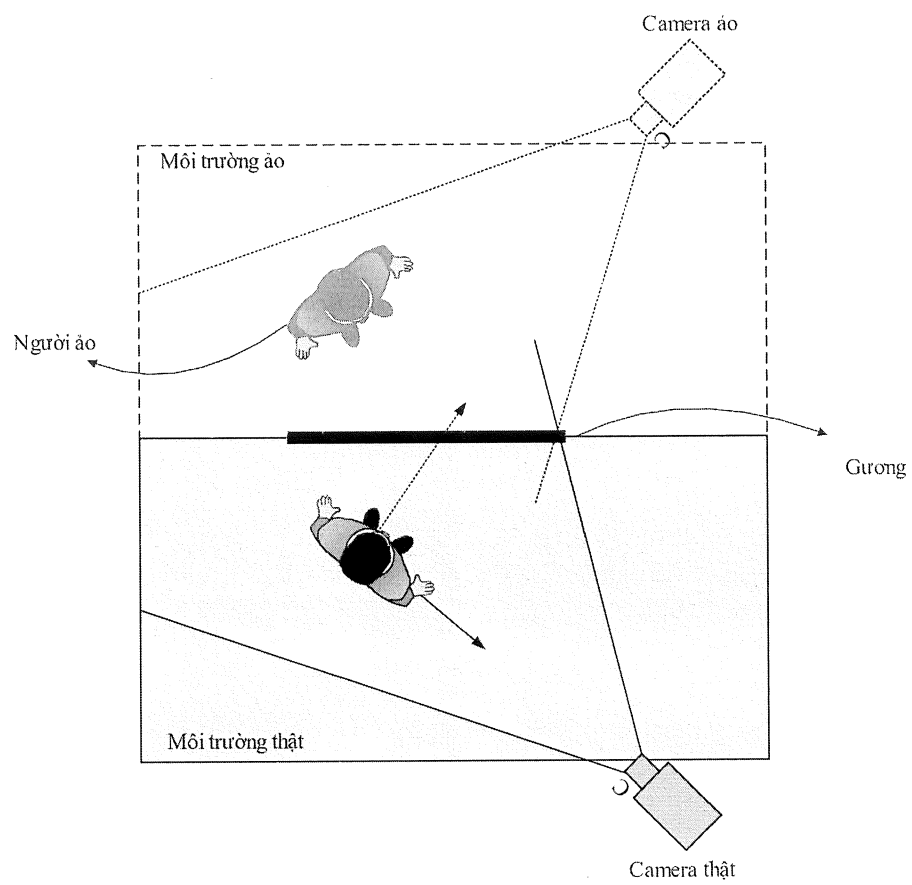
Hình 4



Hình 5a



Hình 5b



Hình 6