



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

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

(11)



1-0036771

(51)^{2020.01} G06K 9/00

(13) B

(21) 1-2020-03069

(22) 29/05/2020

(45) 25/09/2023 426

(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); Nguyễn Tiến Đạt (VN); Nguyễn Hải Anh (VN); Trần Văn Đức (VN).

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

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SỐ HÓA CƠ THỂ NGƯỜI DƯỚI LỚP TRANG PHỤC

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp số hóa cơ thể người dưới lớp trang phục sử dụng phương pháp học máy và thuật toán tối ưu dựa trên dữ liệu ảnh đầu vào. Hệ thống và phương pháp đề xuất cho phép dựng nhanh và chính xác hình dạng người 3D mà không cần sử dụng các phương tiện quét và dựng người phức tạp, giá thành cao và có hại cho sức khỏe người sử dụng, không cần phải cởi bỏ trang phục hoặc mặc trang phục rất ít và bó sát. Hệ thống bao gồm hai mô-đun chính và hai khối phụ trợ để thực hiện chức năng số hóa hình dạng cơ thể người từ ảnh chụp của một người thực có mặc quần áo: khối đầu vào, mô-đun tiền xử lý, mô-đun tối ưu và khối đầu ra. Mô-đun tiền xử lý bao gồm 04 khối xử lý: khối hiệu chuẩn ảnh; khối phân loại quần áo; khối ước lượng tư thế; khối phân bố xác suất khoảng cách từ bề mặt quần áo đến bề mặt da. Mô-đun tối ưu bao gồm hai khối chính: khối mô hình chuẩn; khối tối ưu thông số. Trong khi đó, phương pháp số hóa cơ thể người có mặc quần áo bao gồm bốn bước: bước 1: thu thập hình ảnh cơ thể người; bước 2: trích xuất các dữ liệu của hình ảnh; bước 3: xây dựng mô hình và tối ưu thông số; bước 4: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa.

Bước 1: thu thập hình ảnh cơ thể người



Bước 2: trích xuất các dữ liệu của hình ảnh



Bước 3: xây dựng mô hình và tối ưu thông số



Bước 4: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp số hóa cơ thể người dưới lớp trang phục. Cụ thể, hệ thống và phương pháp số hóa cơ thể người dưới lớp trang phục sử dụng kỹ thuật học máy và thuật toán tối ưu được ứng dụng trong lĩnh vực mô phỏng ứng dụng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp số hóa cơ thể người dưới lớp trang phục sử dụng kỹ thuật học máy trình bày chi tiết cách thức thiết kế và xây dựng phiên bản số của cơ thể người. Thông thường, khi thực hiện phiên bản số của một người, công nghệ hiện tại được thực hiện bởi các hệ thống quét ba chiều (3D) truyền thống sử dụng các công nghệ như tam giác laze phản hồi, quang trắc (chụp hình), chiếu chùm sáng theo khuôn hình. Các hệ thống này khai thác dữ liệu ảnh hoặc dữ liệu đám mây điểm của người sử dụng thu được qua các camera độ sâu để xây dựng phiên bản số hóa hình dáng của người thực. Tổng quan của mô hình phương pháp truyền thống được biểu diễn trên Hình 1.

Nhược điểm của phương pháp truyền thống là khi thực hiện số hóa cơ thể, người được số hóa bắt buộc phải cởi bỏ trang phục hoặc mặc trang phục rất ít và bó sát. Điều này dẫn đến sự bất tiện trong việc thực hiện, làm tăng thời gian thực hiện số hóa và làm giảm đi tính ứng dụng của việc số hóa cơ thể người một cách rộng rãi. Điểm yếu tiếp theo của các phương pháp quét ba chiều (3D) cơ thể người là đầu ra của phiên bản số. Các phương pháp truyền thống hiện tại chỉ có thể lấy được kích thước của người, không thể tạo được các chuyển động của cơ thể người. Do vậy, việc số hóa cơ thể khi người có mặc trang phục và gắn khớp cho mô hình sẽ giúp giải quyết bài toán về độ bất tiện, mang lại sản phẩm có nhiều tính ứng dụng và sản phẩm dẫn xuất hơn so với những phương pháp truyền thống.

Bên cạnh đó, phương pháp truyền thống gặp phải vấn đề xử lý dữ liệu tốn rất nhiều thời gian cũng như chi phí để xây dựng một hệ thống quét ba chiều (3D) là rất tốn kém. Hiện tại, đối với công nghệ tam giác laze phản hồi, thời gian xử lý dữ liệu là một

vấn đề lớn, các đám mây điểm thu được phải đi qua một phần mềm của hãng để được xử lý và mất thời gian để tạo ra một phiên bản số của người. Đối với công nghệ quang trắc và chiếu trùm sáng theo khuôn hình, hệ thống này cần thời gian lắp đặt rất lâu, cũng như chi phí cực kỳ lớn (~100.000 USD). Thêm vào đó, một số hệ thống quét ba chiều (3D) hiện tại có thể gây hại trong việc số hóa cơ thể người. Việc ứng dụng công nghệ học máy sẽ giúp tăng cường tốc độ xử lý mô hình, giảm thiểu chi phí thực hiện, tối ưu về mặt không gian sử dụng và đem lại sự an toàn tuyệt đối cho người được số hóa, đồng thời mang đến giá trị đa ứng dụng cho phiên bản số hóa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích thứ nhất của sáng chế là đề xuất hệ thống số hóa hình dạng cơ thể người có mặc quần áo sử dụng phương pháp học máy và thuật toán tối ưu sử dụng dữ liệu từ ảnh chụp. 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.

Để đạt được mục đích nêu trên, hệ thống số hóa hình dạng cơ thể người có mặc quần áo sử dụng phương pháp học máy và thuật toán tối ưu sử dụng dữ liệu ảnh chụp bao gồm 02 mô-đun chính và hai khối phụ trợ, cụ thể: khối đầu vào, mô-đun tiền xử lý, mô-đun tối ưu và khối đầu ra. Trong đó, mô-đun tiền xử lý thực hiện chức năng thu thập dữ liệu ảnh và các thông tin trên ảnh dùng cho mô-đun tối ưu. Cụ thể, mô-đun tiền xử lý bao gồm 04 thành phần như sau: (1) khối hiệu chuẩn ảnh: có chức năng hiệu chuẩn ảnh đầu vào phục vụ quá trình xử lý trong các bước tiếp theo; (2) khối phân loại quần áo: sử dụng phương pháp học máy để nhận dạng, phân loại và xác định vị trí các loại quần áo xuất hiện trên ảnh; (3) khối ước lượng tư thế: có chức năng xác định tư thế của người trong ảnh sử dụng phương pháp học máy; (4) khối ước lượng khoảng cách từ quần áo đến bề mặt da người: sử dụng thống kê nhằm xác định khoảng cách đặc trưng từ bề mặt bên ngoài của quần áo đến bề mặt da người. Các thông tin về tư thế, loại quần áo, phân bố

khoảng cách trong mô-đun tiền xử lý là dữ liệu đầu vào cho mô-đun tối ưu. Trong đó, mô-đun tối ưu bao gồm hai thành phần chính: (1) 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; (2) 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 mô-đun tiền xử lý.

Mục đích thứ hai của sáng chế là đề xuất phương pháp số hóa hình dạng cơ thể người có mặc quần áo sử dụng phương pháp học máy và thuật toán tối ưu sử dụng dữ liệu từ ảnh chụp. Để đạt được mục đích này, phương pháp được đề xuất bao gồm bốn bước: bước 1: thu thập hình ảnh cơ thể người; bước 2: trích xuất các dữ liệu của hình ảnh; bước 3: xây dựng mô hình và tối ưu thông số; bước 4: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa.

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 mô đun tiền xử lý dữ liệu ảnh;

Hình 4 là hình vẽ mô đun tối ưu mô hình.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu Hình 1 và Hình 2, sáng chế đề cập đến sơ đồ thực hiện phương pháp số hóa cơ thể người dưới lớp quần áo/trang phục sử dụng kỹ thuật máy học và thuật toán tối ưu.

Trong phần mô tả chi tiết giải pháp kỹ thuật đề xuất, một số thuật ngữ được hiểu 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 chiếu 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 hai chiều (2D), ba chiều (3D), âm thanh, và video.

Trong sáng chế này, các thuật ngữ dưới đây được hiểu như sau:

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 phương pháp 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 camera, thông qua hai hai mô-đun chính thay vì chỉ xử lý số liệu từ các đầu vào giàu thông tin: (1) mô-đun tiền xử lý; (2) mô-đun tối ưu. Trong đó, mô-đun 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 mô-đun tối ưu (làm nhiệm vụ sinh mô hình người ba chiều (3D) thỏa mãn các thông tin trên ảnh).

○ Mô-đun tiền xử lý (processing):

Tham chiếu đến Hình 3, mô-đun tiền xử lý có chức năng hiệu chuẩn, trích xuất các thông tin/ dữ liệu trên ảnh (RGB) để làm đầu vào cho mô-đun tối ưu (optimization).

Mô-đun tiền xử lý thu thập đầu vào là các ảnh màu 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 mô-đun tối ưu. Việc trích xuất dữ liệu thông qua ba khối trích xuất.

Khối trích xuất đầu tiên là 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 trích xuất thứ hai, tương tự như khối trích xuất đầu tiên, là khối ước lượng tư thế của người, 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 trích xuất thứ ba, khối phân bố xác suất với quần áo tương ứng, 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 bước tối ưu tiếp theo.

○ Mô-đun tối ưu (optimization)

Tham chiếu đến Hình 4, mô đun tối ưu gồm hai thành phần chính: (1) khối mô hình chuẩn, (2) khối tối ưu thông số. 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 mô-đun tiền xử lý.

Tham chiếu Hình 2, bên cạnh hai mô-đun trên, hệ thống số hóa cơ thể người có mặc trang phục còn có hai khối phụ trợ khác, bao gồm:

○ Khối đầu vào

Khối đầu vào có chức năng thu nhận các ảnh màu, đây là nguyên liệu để mô-đun tiền xử lý thực hiện việc xử lý hình ảnh trước khi số hóa; khối đầu vào có thể là máy ảnh, camera, điện thoại thông minh có tính năng chụp ảnh, máy quét hình ảnh... hoặc bất kỳ thiết bị nào khác có thể thu nhận được hình ảnh màu.

- Khối đầu ra

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.

Tham chiếu Hình 5, phương pháp số hóa cơ thể người có mặc trang phục sử dụng kỹ thuật học máy và thuật toán tối ưu bao gồm bốn bước, cụ thể:

- Bước 1: thu nhận hình ảnh cơ thể người

Tại bước này, tiến hành thu nhận hình ảnh cơ thể người qua các phương tiện công nghệ, sau đó, hình ảnh được đưa vào mô-đun tiền xử lý để xử lý hình ảnh theo bước 2.

- Bước 2: chuẩn hóa và trích xuất các dữ liệu của hình ảnh

Tại bước này, hình ảnh sau khi đi vào mô-đun tiền xử lý sẽ được xử lý để 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 khi được hiệu chuẩn sẽ được trích xuất các dữ liệu 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.

Cũng tại bước này, hình ảnh sẽ được phân loại để 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.

Cuối cùng, bên cạnh việc xác định vị trí các khớp xương, với việc xác định loại quần áo đã nêu ở trên, tiến hành ước lượng khoảng cách so với da cơ thể cho đúng loại quần áo sẽ là dữ liệu quan trọng cho bước tối ưu tiếp theo trong khối phân bố xác suất với quần áo tương ứng.

○ Bước 3: xây dựng mô hình chuẩn và tối ưu thông số

Tại bước này, các 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 xác định từ bước trước sẽ được sử dụng để 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. Sau đó, mô hình người chuẩn được biến đổi 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 mô-đun tiền xử lý. Cụ thể mô hình ba chiều (3D) được khớp với các thông tin thu được từ mô-đun tiền xử lý thông qua việc tối ưu hàm mục tiêu $E(\beta, \theta)$ được tính như sau:

$$E(\beta, \theta) = \lambda_J E_J(\beta, \theta, K, J_{est}) + \lambda_S E_S(\beta, \theta) + \lambda_C E_C(\beta, \theta)$$

Trong đó:

- β, θ : là các tham số dùng để điều khiển hình dạng và tư thế của mô hình ba chiều (3D);
- $\lambda_J, \lambda_S, \lambda_C$: là các trọng số (số thực).

Hàm mục tiêu $E(\beta, \theta)$ được tính bằng tổng của ba hàm mục tiêu thành phần:

$$1. E_J(\beta, \theta, K, J_{est}) = \sum_i (\Pi_K(R_M) - J_{est,i}): \text{sai số về khoảng cách hai chiều (2D) giữa các}$$

khớp của người thật trên ảnh được xác định trong mô-đun tiền xử lý và các khớp

tương ứng của mô hình ba chiều (3D) được chiếu lên ảnh. Π_K là phép chiếu các khớp trong không gian ba chiều (R_M) lên ảnh, K là các thông số của máy ảnh dùng để chụp người.

2. $E_s(\beta, \theta) = \frac{1}{n} \sum_p \|p - NN_M(p)\|$: sai số thể hiện mức độ sai lệch giữa bên dạng người thật trên ảnh và biên dạng của mô hình ba chiều (3D) được chiếu lên ảnh. n : số điểm lấy mẫu; p : vị trí khi chiếu điểm lấy mẫu của mô hình ba chiều (3D) lên ảnh, $NN_M(p)$: vị trí của điểm trên bên dạng người thật trên ảnh gần điểm p nhất.

3. $E_c(\beta, \theta) = \frac{1}{n} \sum_C \sum_p d_p$: sai số thể hiện mức độ sai lệch giữa biên dạng người và biên dạng quần áo. d_p : khoảng cách hai chiều (2D) giữa biên dạng người và biên dạng quần áo được tính toán từ mô-đun tiền xử lí ứng với loại quần áo C tại điểm lấy mẫu p .

Do hàm mục tiêu có chứa các phép chiếu, tìm kiếm không thể biểu diễn bằng công thức toán học nên việc tối ưu hàm mục tiêu trên được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp tối ưu không dùng đạo hàm.

- Bước 4: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa

Tại bước này, mô hình cơ thể người được đã được số hóa được hiển thị trên các thiết bị như máy tính, máy chiếu, kết thúc quá trình số hóa cơ thể người có mặc trang phục và đạt được mục đích đề ra.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống số hóa cơ thể người có mặc quần áo sử dụng phương pháp học máy và thuật toán tối ưu dựa trên dữ liệu ảnh đầu vào hai mô-đun và hai khối phụ trợ như sau:

khối đầu vào: khối này có chức năng thu nhận các ảnh màu, đây là nguyên liệu để mô-đun tiền xử lý thực hiện việc xử lý hình ảnh trước khi số hóa; khối đầu vào có thể là máy ảnh, camera, điện thoại thông minh có tính năng chụp ảnh, máy quét hình ảnh... hoặc bất kỳ thiết bị nào khác có thể thu nhận được hình ảnh màu;

mô-đun 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; mô-đun tiền xử lý bao gồm 04 khối chính: khối hiệu chuẩn ảnh; khối phân loại quần áo; khối ước lượng tư thế; khối phân bố xác suất khoảng cách từ quần áo đến da người, khác biệt ở chỗ: 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 bước tối ưu tiếp theo, 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;

mô-đun tối ưu: có chức năng biến đổi mô hình người chuẩn thành mô hình người xấp xỉ người thực; mô-đun tối ưu bao gồm 02 khối chính: khối mô hình chuẩn: xây dựng mô hình người chuẩn bao gồm các tham số điều khiển tư thế và hình dạng; khối tối ưu thông số: sử dụng thuật toán tối ưu để biến đổi mô hình chuẩn thành mô hình người thực;

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.

2. Hệ thống số hóa cơ thể người có mặc quần áo theo điểm 1 có mô-đun tiền xử lý bao gồm 04 khối như sau:

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;

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 tương 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 của người, 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 đó, 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 tương ứng, 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.

3. Phương pháp số hóa cơ thể người có mặc trang phục bao gồm bốn bước như sau:

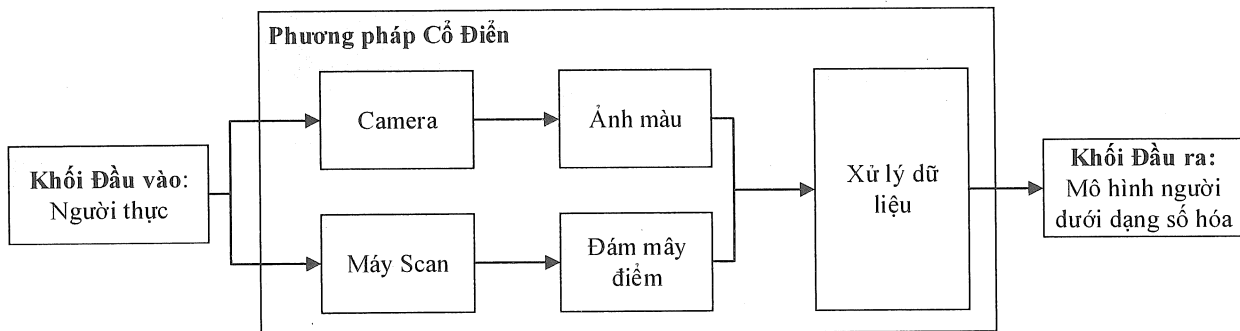
bước 1: thu nhận hình ảnh cơ thể người; tại bước này, tiến hành thu nhận hình ảnh cơ thể người qua các phương tiện công nghệ, sau đó, hình ảnh được đưa vào mô-đun tiền xử lý để xử lý hình ảnh theo bước 2;

bước 2: chuẩn hóa và trích xuất các dữ liệu của hình ảnh; tại bước này, hình ảnh sau khi đi vào mô-đun tiền xử lý sẽ được xử lý để 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 khi được hiệu

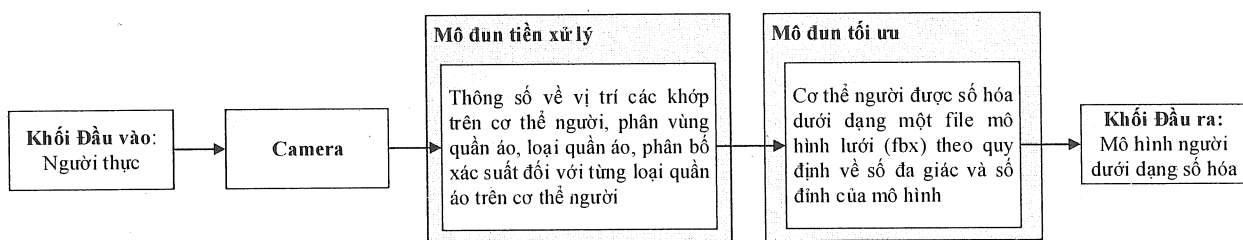
chuẩn sẽ được trích xuất các dữ liệu để nhận dạng, phân loại và xác định vị trí các loại quần áo xuất hiện trên ảnh; cũng tại bước này, hình ảnh sẽ được phân loại để tìm ra các đối tượng trong ảnh, đó là: người, đỉnh đầu, vai, cổ, cùi trỏ, cổ tay, cổ chân, đầu gối, hông đồng thời xác định các khớp tương 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; khác biệt ở chỗ: bước 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 có sử dụng phương pháp học máy để nhận dạng, phân loại và xác định vị trí các loại quần áo xuất hiện trên ảnh; bên cạnh việc xác định vị trí các khớp xương, với việc xác định loại quần áo đã nêu ở trên, tiến hành ước lượng khoảng cách so với da cơ thể cho đúng loại quần áo sẽ là dữ liệu quan trọng cho bước tối ưu tiếp theo trong khối phân bố xác suất với quần áo tương ứng;

bước 3: xây dựng mô hình chuẩn và tối ưu thông số; tại bước này, các 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 xác định từ bước trước sẽ được sử dụng để 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; sau đó, mô hình người chuẩn được biến đổi 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 mô-đun tiền xử lý;

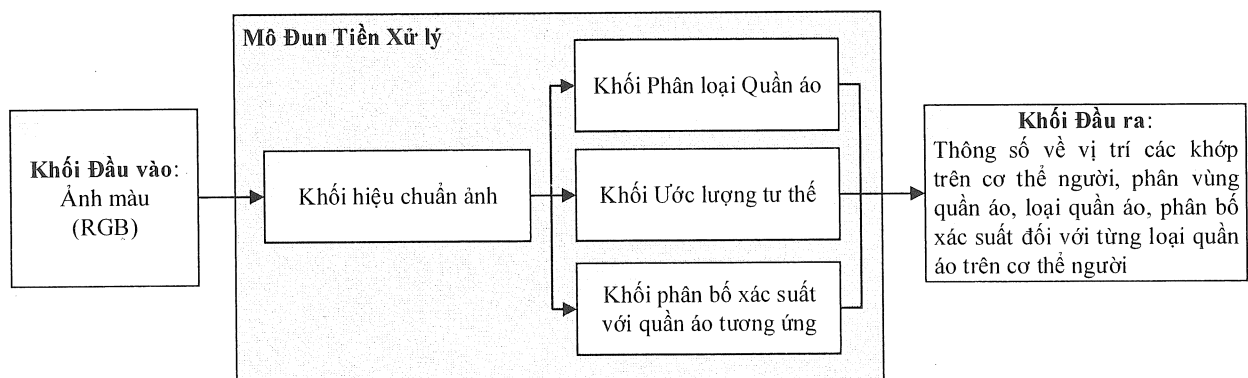
bước 4: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa; tại bước này, mô hình cơ thể người được đã được số hóa được hiển thị trên các thiết bị như máy tính, máy chiếu, kết thúc quá trình số hóa cơ thể người có mặc trang phục và đạt được mục đích đề ra.



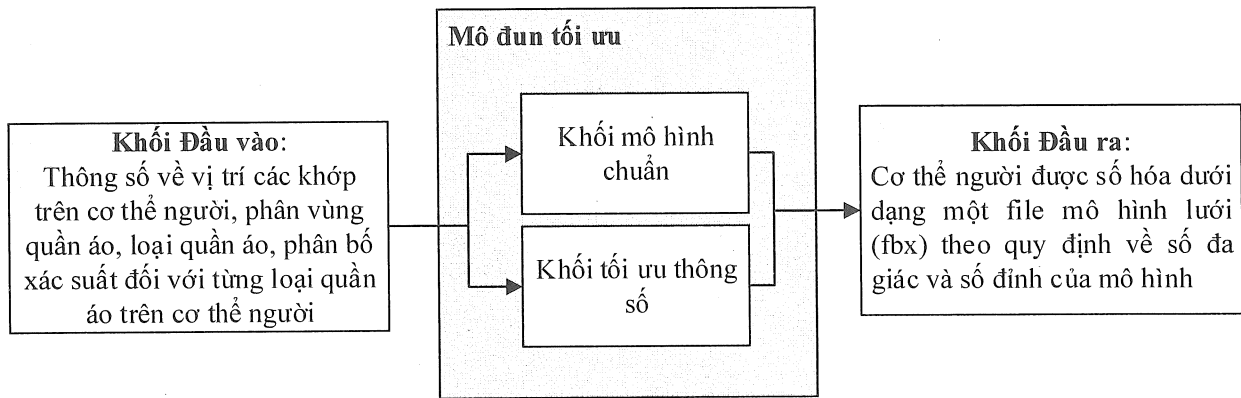
Hình 1



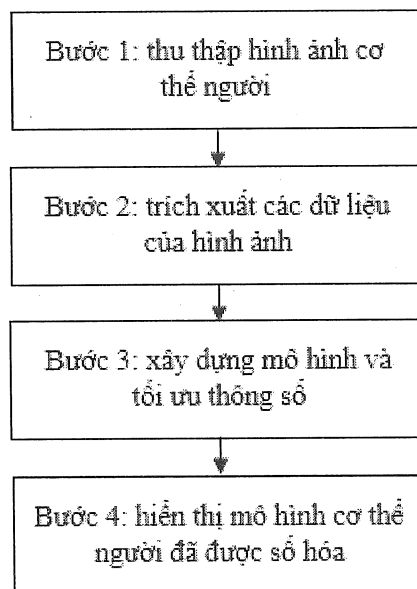
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5