



(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)



1-0043946

(51)^{2020.01} A61B 5/00; G06K 9/00

(13) B

(21) 1-2021-04086

(22) 02/07/2021

(45) 25/03/2025 444

(43) 27/09/2021 402A

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

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

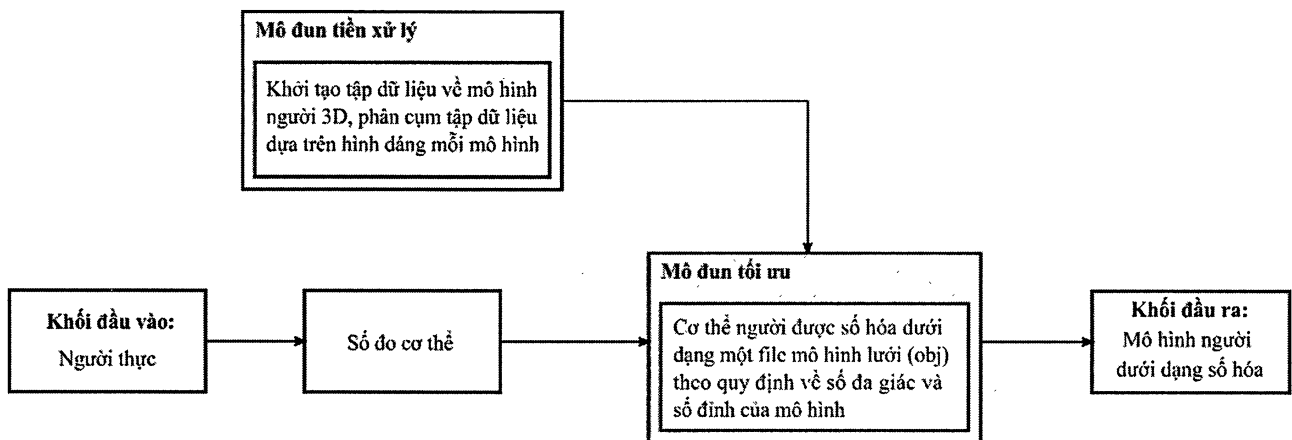
(72) Hoàng Ngọc Thạch (VN); Nguyễn Tiến Đạt (VN).

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

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SỐ HÓA HÌNH DẠNG NGƯỜI TỪ SỐ ĐO CƠ THỂ

(21) 1-2021-04086

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp số hóa hình dạng người từ số đo cơ thể. 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 để thực hiện chức năng số hóa hình dạng cơ thể người từ số đo: khối đầu vào, mô-đun tiền xử lý, mô-đun tối ưu và khối đầu ra. Trong khi đó, phương pháp số hóa cơ thể người sử dụng số đo bao gồm bốn bước: bước 1a: thu nhận số đo cơ thể người; bước 1b: tiền xử lý dữ liệu; bước 2: xây dựng mô hình chuẩn và tối ưu thông số; bước 3: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp số hóa hình dạng người từ số đo cơ thể. Cụ thể, hệ thống và phương pháp số hóa hình dạng người từ số đo cơ thể được ứng dụng trong lĩnh vực mô phỏng ứng dụng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

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 la-de phản hồi, quang trắc (chụp hình), chiếu trùm 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. Bên cạnh đó, một phương pháp khác là sử dụng các ảnh 2D (RGB), ứng dụng các công nghệ xử lý ảnh và học máy để sinh được cơ thể người với tốc độ nhanh. 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. Ngoài ra, việc chụp ảnh hoặc yêu cầu người sử dụng cởi đồ để thực hiện số hóa là một vấn đề liên quan đến quyền cá nhân, cũng như độ bảo mật của các dữ liệu nhạy cảm. Do vậy, việc số hóa cơ thể khi sử dụng các số đo trên cơ thể người 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 3D là rất tốn kém. Hiện tại, đối với công nghệ tam giác la-de 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 (~100000 USD). Thêm vào đó, một số hệ thống quét 3D hiện tại có thể gây hại trong việc số hóa cơ thể người. Việc ứng dụng phương pháp tối ưu kết hợp mô hình 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 người sử dụng dữ liệu số đo cơ thể. Để đạt được mục đích nêu trên, hệ thống bao gồm hai mô-đun chính để thực hiện chức năng số hóa hình dạng cơ thể người từ số đo: khối đầu vào, mô-đun tiền xử lý, mô-đun tối ưu và khối đầu ra. Cụ thể:

Khối đầu vào có nhiệm vụ thu thập các dữ liệu số đo cơ thể do người sử dụng nhập liệu;

Mô-đun tiền xử lý bao gồm hai khối: khối sinh dữ liệu; khối phân cụm dữ liệu. Trong đó: khối sinh dữ liệu có nhiệm vụ sinh ngẫu nhiên 50000 bộ dữ liệu tham số người; khối phân cụm dữ liệu có nhiệm vụ phân tách bộ dữ liệu thành các cụm chứa các dữ liệu có hình dáng tương đồng về mặt nhân trắc học;

Mô-đun tối ưu bao gồm hai khối: khối tính toán số đo mô hình tham số; khối tối ưu thông số. Trong đó: khối tính toán số đo mô hình tham số có nhiệm vụ xác định các số đo tương ứng của mô hình tham số được sinh từ bộ dữ liệu hình dáng với các số đo cơ thể được người sử dụng nhập liệu; khối tối ưu thông số có nhiệm vụ liên tục thực hiện việc tìm giá trị tối ưu của bộ dữ liệu hình dáng thông qua các vòng lặp xác định;

Khối đầu ra có nhiệm vụ hiển thị cơ thể người dưới dạng một file mô hình lưới (obj) theo quy định về số đa giác và số đỉnh của mô hình.

Mục đích thứ hai của sáng chế là đề xuất phương pháp số hóa hình dạng người từ số đo cơ thể sử dụng kỹ thuật học máy và giải thuật di truyền có định hướng kiểm soát sự đa dạng. Để đạt được mục đích này, phương pháp được đề xuất bao gồm các bước:

Bước 1a: thu nhận số đo cơ thể người; tại bước này, tiến hành thu nhận số đo cơ thể từ khối đầu vào được người sử dụng nhập liệu, sau đó, số đo được đưa vào mô-đun tối ưu theo bước 2. Bước này được thực hiện trên mô-đun tiền xử lý.

Bước 1b: tiền xử lý dữ liệu; tại bước này, không gian nghiệm cho các giá trị tham số hình dáng của mô hình tham số sẽ được khởi tạo một cách có chọn lọc và phân cụm trong mô-đun tiền xử lý dựa trên phân tích về hình dáng cơ thể người.

Bước 2: xây dựng mô hình chuẩn và tối ưu thông số; tại bước này, mô-đun tối ưu sẽ thực hiện các nhiệm vụ cụ thể như sau: các thông số về số đo được nhập liệu từ người sử dụng kết hợp ở bước 1a với các số đo được xác định từ khối tính toán số đo mô hình tham số sử dụng không gian nghiệm được phân cụm từ bước 1b sẽ được kết hợp để thực hiện quá trình chọn lọc tự nhiên và quá trình sinh sản.

Bước 3: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa. Bước này được thực hiện trên khối đầu ra, mô hình cơ thể người 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.

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 tả mô-đun tiền xử lý dữ liệu mô hình người;

Hình 4a là hình vẽ mô tả luồng thực hiện mô-đun tối ưu mô hình;

Hình 4b là hình vẽ mô tả chi tiết mô-đun tối ưu mô hình;

Hình 5 là hình vẽ mô tả các bước thực hiện phương pháp số hóa cơ thể người từ số đo cơ thể.

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 người sử dụng các số đo cơ thể với thuật toán tối ưu, thay vì các phương pháp khác như hệ thống quét 3D truyền thống hoặc công nghệ xử lý ảnh.

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. Dữ liệu này được lưu dưới định dạng ảnh ba chiều hoạt họa, với phần đuôi mở rộng obj, là dạng lưu trữ đối tượng.

Giải thuật di truyền là một thuật toán tối ưu hóa Heuristic, mô phỏng lại quá trình tiến hóa trong tự nhiên như quá trình sinh sản hay quá trình chọn lọc tự nhiên;

Giải thuật di truyền có định hướng kiểm soát sự đa dạng là một biến thể của giải thuật di truyền;

Số đo cơ thể là các chỉ số định lượng của các vòng đo, kích thước cụ thể trên cơ thể người, ví dụ như số đo vòng ngực, số đo vòng eo, số đo chiều dài chân, số đo dài lưng;

Mô hình tham số cơ thể người là mô hình có thể được biến đổi thành các hình dáng khác nhau, dựa trên các tham số được quy định về hình dáng và tư thế, mô hình người dưới dạng số sau khi được biến đổi sẽ giữ nguyên về số lượng điểm lưới, vị trí mặt lưới so với mô hình ban đầu.

Hình 2 thể hiện hệ thống đề xuất có sự khác biệt so với hệ thống cổ điển, với đầu vào là số đo cơ thể được nhập liệu từ con người, thông qua hai hai mô-đun chính: mô-đun tiền xử lý; mô-đun tối ưu. Trong đó:

Mô-đun tiền xử lý, thực hiện chức năng khởi tạo tập dữ liệu về mô hình người 3D, phân cụm tập dữ liệu dựa trên hình dáng mỗi mô hình và kiến thức về nhân trắc học, các cụm dữ liệu hay còn được gọi quần thể sẽ được sử dụng để làm không gian nghiệm cho mô-đun tối ưu, thực hiện nhiệm vụ sinh mô hình người 3D thỏa mãn các thông tin về số đo trên cơ thể người.

Tham chiếu đến Hình 3, mô-đun tiền xử lý có chức năng phân cụm tập dữ liệu để làm không gian nghiệm cho mô-đun tối ưu (optimization); mô-đun tiền xử lý bao gồm hai khối chính: khối sinh dữ liệu và khối phân cụm dữ liệu; cụ thể:

Khối sinh dữ liệu sử dụng mô hình tham số cơ thể người để sinh ngẫu nhiên với dải giá trị thông số hình dáng thuộc khoảng $[-3;3]$ để đảm bảo hình dạng tương đồng trong tự nhiên ra không gian nghiệm cho việc thực hiện tối ưu mô hình thực. Khối phân cụm dữ liệu thực hiện việc phân tách các dữ liệu được sinh ngẫu nhiên thành các cụm mô hình có hình dáng tương đồng về mặt nhân trắc học, sử dụng làm đầu vào cho mô-đun tối ưu.

Mô-đun tối ưu, tham chiếu đến Hình 4a, mô-đun tối ưu sử dụng giải thuật di truyền để biến đổi mô hình chuẩn thành mô hình người thực, mô-đun tối ưu gồm hai thành phần chính: khối tính toán số đo mô hình tham số, khối tối ưu thông số. Trong đó, khối tính toán số đo mô hình tham số sẽ thực hiện việc xác định các số đo trên mô hình 3D. Khối tối ưu thông số có chức năng biến đổi mô hình tham số cơ thể người thành mô hình người xấp xỉ người thật dựa trên việc tối ưu các tham số về hình dạng thỏa mãn các thông tin về số đo cơ thể được nhập liệu vào và số đo được ước lượng trong mô hình 3D cơ thể người.

Tham chiếu Hình 4b, một tập các nghiệm có thể cho một vấn đề được khởi tạo. Mỗi nghiệm có thể được gán một giá trị định lượng căn cứ vào khả năng đáp ứng của nó dựa trên hàm mục tiêu. Những cá thể phù hợp hơn với giá trị định lượng thấp được xác định dựa trên quá trình chọn lọc tự nhiên và quá trình sinh sản để sinh ra những cá thể mới. Quá trình này sẽ được lặp đi lặp lại qua nhiều thế hệ để tối ưu được các giải pháp. Quá trình này được thực hiện trong khối tối ưu thông số, cụ thể gồm: (1) chọn lọc, quá trình này sử dụng phương pháp chọn lọc có định hướng kiểm soát sự đa dạng; cá thể phù hợp nhất được lựa chọn làm tập cha mẹ, dựa vào giá trị định lượng; (2) lai ghép, quá trình này sử dụng lai ghép Laplace sinh ngẫu nhiên một trọng số u theo phân bố đều và một số ngẫu nhiên v dựa theo phân bố Laplace, hai cá thể được kết hợp để sinh ra một cá thể mới, chọn lựa những ưu điểm của hai cá thể cũ; (3) đột biến, là quá trình sử dụng phép đột biến mũ, những cá thể được tạo ra sau bước lai tạo sẽ được chọn theo một xác suất xác định để thực hiện đột biến, (4) giá trị sai số đảm bảo, quá trình này đưa ra một ngưỡng chấp nhận và đánh giá sai số kết quả của tổng quá trình do ba quá trình trên thực hiện, nếu kết

quả nằm trong ngưỡng chấp nhận, mô hình người được trả ra và hiển thị tại khối đầu ra, ngược lại, nếu kết quả không đạt, khối tính toán số đo trong mô hình tham số sẽ nhận được thông tin và tiếp tục thực hiện lại vòng lặp.

Tham chiếu Hình 2, bên cạnh hai mô-đun trên, hệ thống số hóa hình dáng người sử dụng số đo còn có hai khối phụ trợ khác, bao gồm:

- Khối đầu vào:

Khối đầu vào có chức năng thu nhận các số đo cơ thể do người sử dụng chủ động nhập liệu, đây là nguyên liệu chính để mô-đun tối ưu thực hiện việc xử lý số hóa.

- Khối đầu ra:

Khối đầu ra có chức năng hiển thị kết quả cuối cùng dưới dạng một tập tin mô hình lưới (obj) 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 hình dáng người sử dụng các số đo gồm các bước cụ thể như sau:

Bước 1a: thu nhận số đo cơ thể người;

Tại bước này, tiến hành thu nhận số đo cơ thể từ khối đầu vào được người sử dụng nhập liệu, sau đó, số đo được đưa vào mô-đun tối ưu theo bước 2. Bước này được thực hiện trên mô-đun tiền xử lý.

Bước 1b: tiền xử lý dữ liệu;

Tại bước này, không gian nghiệm cho các giá trị tham số hình dáng của mô hình tham số sẽ được khởi tạo một cách có chọn lọc và phân cụm trong mô-đun tiền xử lý dựa trên phân tích về hình dáng cơ thể người. Giả sử N là số lượng cá thể trong một quần thể. Thuật toán phân cụm K-mean được sử dụng để khởi tạo quần thể. Tập dữ liệu lớn được sinh ngẫu nhiên gồm 50000 bộ, sau đó sử dụng K-mean phân tập dữ liệu ra thành N cụm. Thành phần trung tâm của mỗi cụm sẽ là nhiễm sắc thể của mỗi cá thể trong quần thể khởi tạo.

Bước 2: xây dựng mô hình chuẩn và tối ưu thông số;

Tại bước này, mô đun tối ưu sẽ thực hiện các nhiệm vụ cụ thể như sau: các thông số về số đo được nhập liệu từ người sử dụng kết hợp ở bước 1a với các số đo được xác định từ khối tính toán số đo mô hình tham số sử dụng không gian nghiệm được phân cụm từ bước 1b sẽ được kết hợp để thực hiện quá trình chọn lọc tự nhiên và quá trình sinh sản, cụ thể như sau:

Quá trình 1: quá trình chọn lọc tự nhiên:

Là quá trình chọn ra N cá thể từ quần thể mới sinh ra sau mỗi thế hệ để các cá thể này tham gia vào quá trình sinh sản trong thế hệ tiếp theo. Việc thực hiện tập trung vào quá trình chọn lọc tự nhiên để cải thiện độ đa dạng quần thể sau mỗi thế hệ gồm ba bước chính:

B2.1: loại bỏ các cá thể giống nhau trong quần thể. Ở đây, tác giả định nghĩa hai cá thể giống nhau khi hai nhiễm sắc thể tương ứng có độ lệch giữa các gen nhỏ hơn một giá trị xác định.

B2.2: các cá thể được sắp xếp theo thứ tự giảm dần của giá trị hàm đánh giá. Hàm đánh giá được xây dựng dựa trên hàm mất mát L giữa y – bộ tham số vòng đo cơ thể đầu vào và $\hat{y}$ – bộ tham số vòng đo cơ thể dự đoán từ nhiễm sắc thể của cá thể. Sau khi sắp xếp, cá thể đầu tiên sẽ được lựa chọn, các cá thể sau đó được lựa chọn với một xác suất p .

B2.3: nếu số lượng cá thể đã được lựa chọn sau B2.2 nhỏ hơn N , thì ta sẽ sinh ngẫu nhiên các cá thể còn lại.

Quá trình 2: quá trình sinh sản;

Quá trình sinh sản là quá trình tạo ra các cá thể mới từ các cá thể trong quần thể, trong đó hai quá trình con được sử dụng là quá trình lai ghép và quá trình đột biến.

a) Quá trình lai ghép

Lai ghép Laplace (Laplace crossover - LX) sử dụng phân phối Laplace để sinh ngẫu nhiên hai cá thể mới.

b) Quá trình đột biến

Quá trình đột biến xảy ra với một cá thể con mới sinh ra sau quá trình lai ghép với một xác suất p_m . Ở đây, các tác giả sử dụng đột biến mũ (Power mutation – PM), được thực hiện với

một cá thể như sau. Sinh ngẫu nhiên biến $r \in [0,1]$ theo phân phối đều, sinh ngẫu nhiên biến s theo phân phối mũ với tham số p của phân phối, p được tùy chỉnh, p càng lớn thì cá thể mới được sinh ra sau đột biến càng có độ đa dạng.

Giá trị sau khi đột biến sẽ được so sánh với một giá trị ngưỡng cho trước để đánh giá, nếu đạt thì tiếp tục thực hiện bước 3, không đạt thì quay lại thực hiện bước 2

Bước 3: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa;

Bước này được thực hiện trên khối đầu ra, mô hình cơ thể người 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 hình dạng người từ số đo cơ thể bao gồm:

khối đầu vào: khối này có chức năng thu nhận các số đo cơ thể do người sử dụng chủ động nhập liệu, đây là nguyên liệu chính để mô-đun tối ưu thực hiện việc xử lý số hóa;

mô-đun tiền xử lý: sử dụng phương pháp học máy và nghiên cứu về nhân trắc học để xác định tập dữ liệu mô hình tham số với các hình dáng khác nhau dựa trên mô hình tham số người 3D;

trong đó mô-đun tiền xử lý bao gồm hai khối chính: khối sinh dữ liệu sử dụng mô hình tham số cơ thể người để sinh ngẫu nhiên với dải giá trị thông số hình dáng thuộc khoảng $[-3;3]$ để đảm bảo hình dạng tương đồng trong tự nhiên ra không gian nghiệm cho việc thực hiện tối ưu mô hình thực; khối phân cụm dữ liệu thực hiện việc phân tách các dữ liệu được sinh ngẫu nhiên thành các cụm mô hình có hình dáng tương đồng về mặt nhân trắc học, sử dụng làm đầu vào cho mô-đun tối ưu;

mô-đun tối ưu: có chức năng biến đổi mô hình tham số dựa vào số đo người sử dụng thành mô hình người xấp xỉ người thực;

trong đó mô-đun tối ưu bao gồm hai khối chính: khối tính toán số đo mô hình tham số có chức năng xác định các số đo tương ứng trong mô hình số, tương đương với vị trí của các số đo mà người dùng nhập liệu vào; khối tối ưu thông số sử dụng giải thuật di truyền để biến đổi mô hình chuẩn thành mô hình người thực, cụ thể như sau:

chọn lọc, quá trình này sử dụng phương pháp chọn lọc có định hướng kiểm soát sự đa dạng; cá thể phù hợp nhất được lựa chọn làm tập cha mẹ, dựa vào giá trị định lượng;

lai ghép, quá trình này sử dụng lai ghép Laplace sinh ngẫu nhiên một trọng số u theo phân bố đều và một số ngẫu nhiên v dựa theo phân bố Laplace, hai cá thể được kết hợp để sinh ra một cá thể mới, chọn lựa những ưu điểm của hai cá thể cũ;

đột biến, là quá trình sử dụng phép đột biến mũ, những cá thể được tạo ra sau bước lai tạo sẽ được chọn theo một xác suất xác định để thực hiện đột biến;

giá trị sai số đảm bảo, quá trình này đưa ra một ngưỡng chấp nhận và đánh giá sai số kết quả của tổng quá trình do ba quá trình trên thực hiện, nếu kết quả nằm trong ngưỡng chấp nhận, mô hình người được trả ra và hiển thị tại khối đầu ra, ngược lại, nếu kết quả không đạt, khối tính toán số đo trong mô hình tham số sẽ nhận được thông tin và tiếp tục thực hiện lại vòng lặp;

khối đầu ra có chức năng hiển thị kết quả cuối cùng dưới dạng một tập tin mô hình lưới (obj) 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.

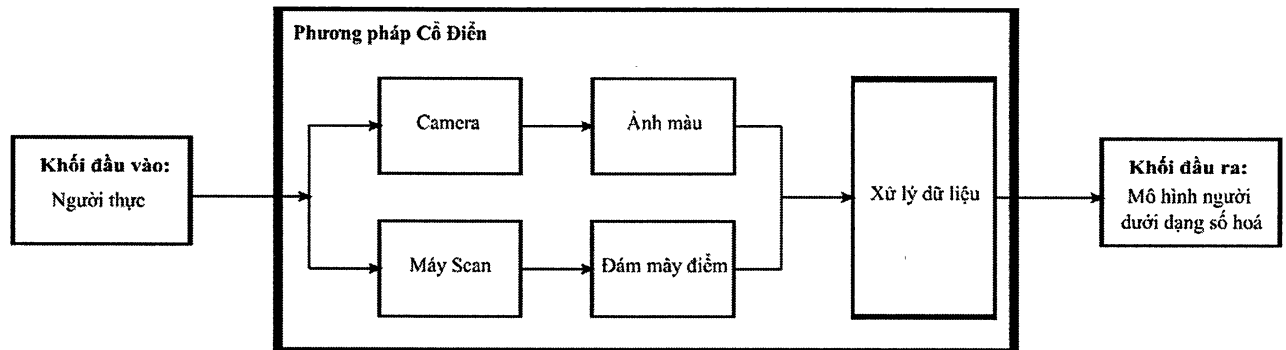
2. Phương pháp số hóa cơ thể người được thực hiện bởi hệ thống số hóa cơ thể người từ số đo cơ thể theo điểm 1 bao gồm các bước:

bước 1a: thu nhận số đo cơ thể người: tại bước này, tiến hành thu nhận số đo cơ thể từ khối đầu vào được người sử dụng nhập liệu, sau đó, số đo được đưa vào mô-đun tối ưu theo bước 2, bước này được thực hiện trên mô-đun tiền xử lý;

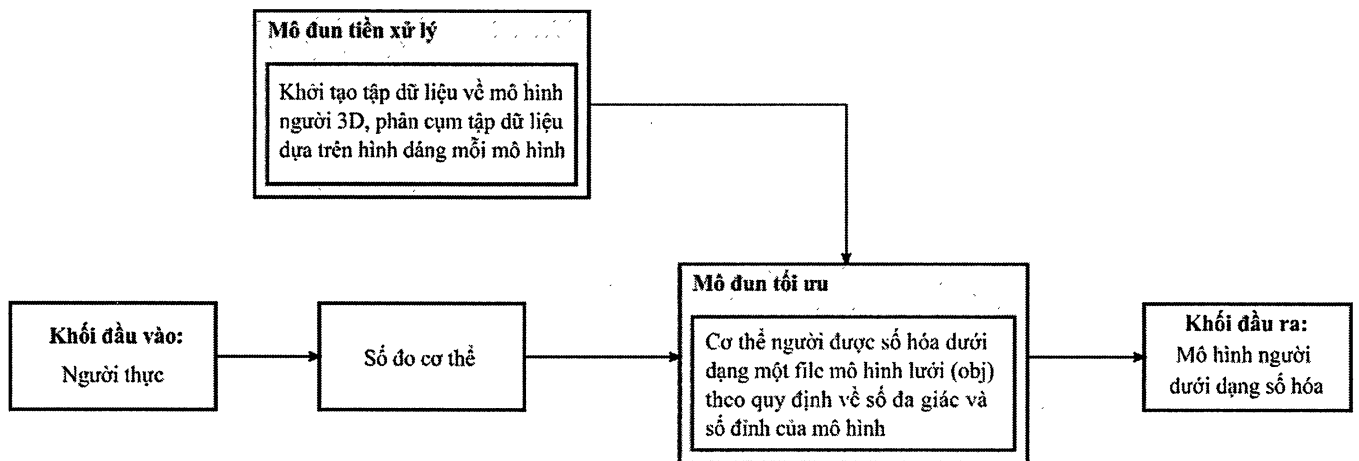
bước 1b: tiền xử lý dữ liệu: tại bước này, không gian nghiệm cho các giá trị tham số hình dáng của mô hình tham số sẽ được khởi tạo một cách có chọn lọc và phân cụm trong mô-đun tiền xử lý dựa trên phân tích về hình dáng cơ thể người; giả sử N là số lượng cá thể trong một quần thể; thuật toán phân cụm K-mean được sử dụng để khởi tạo quần thể; tập dữ liệu lớn được sinh ngẫu nhiên gồm 50000 bộ, sau đó sử dụng K-mean phân tập dữ liệu ra thành N cụm; thành phần trung tâm của mỗi cụm sẽ là nhiễm sắc thể của mỗi cá thể trong quần thể khởi tạo;

bước 2: xây dựng mô hình chuẩn và tối ưu thông số: tại bước này, các thông số về số đo trên cơ thể người được nhập liệu, kết hợp với dữ liệu về hình dáng được phân cụm trong bước 1b sẽ được sử dụng để tính toán giá trị định lượng mục tiêu, các giá trị sau đó chọn lọc để cải thiện độ đa dạng của quần thể, tiếp theo, bước lai ghép được sử dụng để sinh ra các giá trị mới (cá thể), mỗi giá trị mới (cá thể) sẽ được đột biến dựa trên một xác suất ngẫu nhiên, để đảm bảo sự đa dạng của giá trị, giá trị sau khi đột biến sẽ được so sánh với một giá trị ngưỡng cho trước để đánh giá, nếu đạt thì tiếp tục thực hiện bước 3, không đạt thì quay lại thực hiện bước 2;

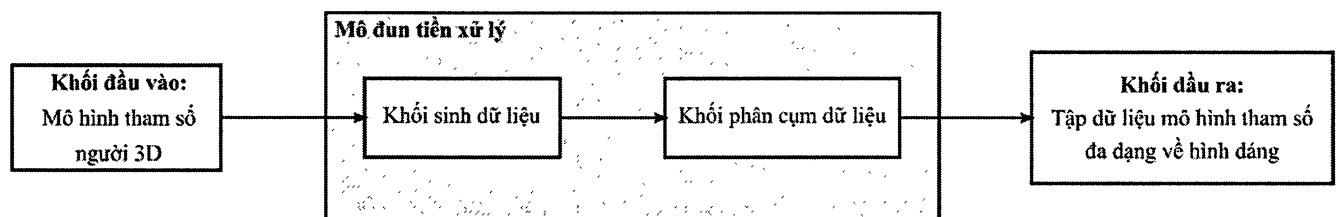
bước 3: hiển thị mô hình cơ thể người đã được số hóa: tại bước này, mô hình cơ thể người đã được số hóa được hiển thị trên các thiết bị như máy tính, máy chiếu, kết thúc quá trình số hóa cơ thể người có mặc trang phục và đạt được mục đích đề ra.



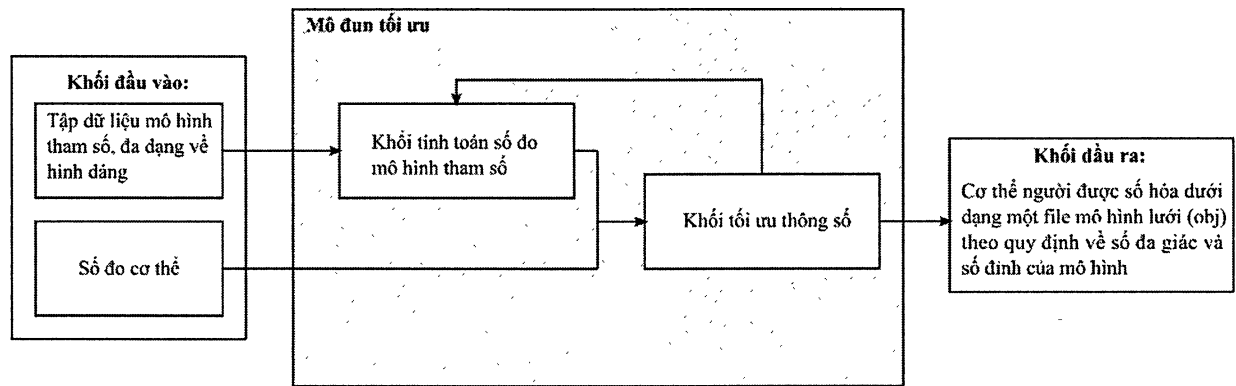
Hình 1



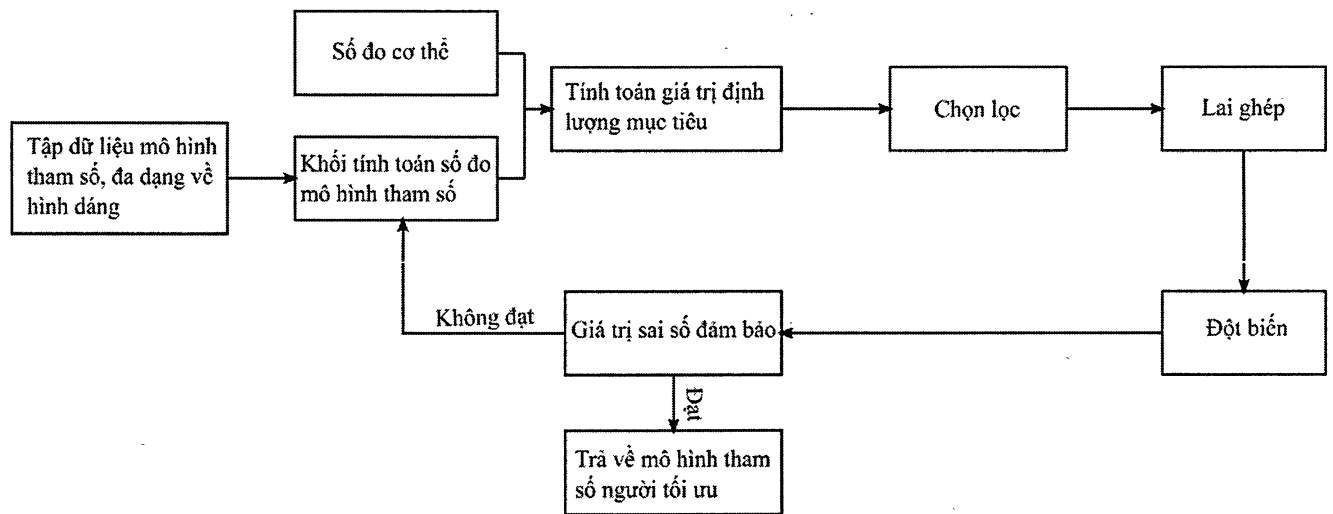
Hình 2



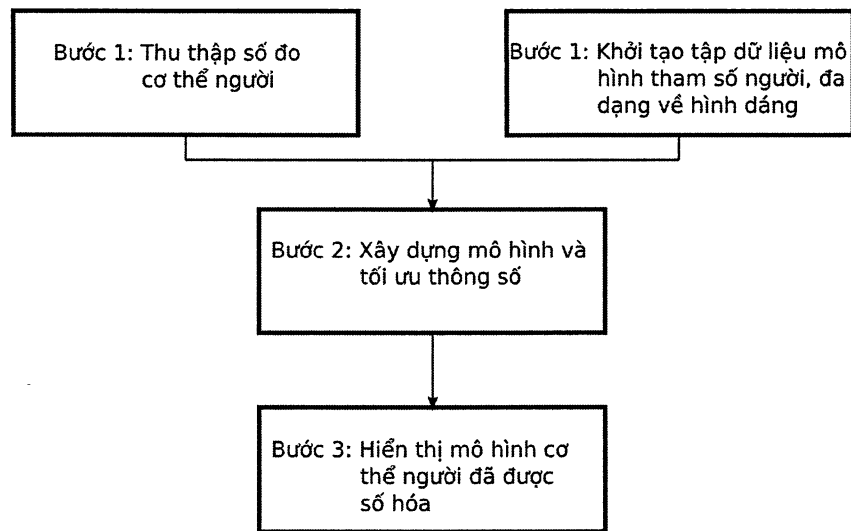
Hình 3



Hình 4a



Hình 4b



Hình 5