ISSN 2354-0575

XÂY DỰNG LƯỚI BỀ MẶT CƠ THỂ NGƯỜI PHỤC VỤ THIẾT KẾ QUẦN ÁO 3 CHIỀU

Lưu Hoàng[1], **Ngô Chí Trung**[2]
1 Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên
2 Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Ngày nhận: 08/06/2016
Ngày sửa chữa: 16/08/2016
Ngày xét duyệt: 09/09/2016

Tóm tắt:

Bài báo này giới thiệu một cách tiếp cận mới để xác định các điểm nhân trắc (điểm nút) quan trọng trên bề mặt cơ thể người thông qua quá trình quét mẫu từ máy quét cơ thể 3D Body Scanner. Trên cơ sở các điểm nhân trắc quan trọng, lưới bề mặt cơ thể người được xây dựng để phục vụ thiết kế quần áo. Lưới bề mặt cơ thể là một trong những yếu tố quan trọng để thiết kế quần áo 3 chiều. Để mô phỏng các điểm nhân trắc và lưới bề mặt cơ thể, chương trình phần mềm mô phỏng đã được xây dựng dựa trên ngôn ngữ lập trình Grasshopper chạy trên nền tảng chương trình đồ họa 3D; Rhinoceros 5.0

Từ khóa: *lưới bề mặt cơ thể; thiết kế quần áo 3 chiều; điểm nhân trắc.*

1. Đặt vấn đề

Công nghệ mô phỏng ảo 3 chiều (3D virtual simulation) đã được nghiên cứu và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như: công nghiệp, quốc phòng, phục vụ đời sống con người…

Đối với lĩnh vực dệt may, những năm gần đây cũng có nhiều nghiên cứu ứng dụng mô phỏng 3 chiều trong việc tái tạo hình ảnh cơ thể người trong không gian 3 chiều , nghiên cứu phân tích các đặc điểm tiếp xúc giữa cơ thể người và quần áo, nghiên cứu chỉnh sửa mẫu cho phù hợp dựa trên nguyên lý phủ vải lên người mẫu trong không gian ba chiều để xem xét sự phù hơp của quần áo đối với người mặc…Các nghiên cứu về sự phù hợp của quần áo với các hình dạng cơ thể người khác nhau cũng đã được đặt ra, nghiên cứu sự phù hợp được thực hiện bằng cách tạo các thay đổi trên hình trải bề mặt cơ thể người (dạng lưới) với các dạng người khác nhau.

Trên thế giới, các nhà khoa học đã nghiên cứu ứng dụng công nghệ mô phỏng ảo trong không gian 3 chiều (3D) cho phép người thiết kế có thể thấy được sản phẩm thiết kế của mình được mặc lên người mẫu mà không cần sản xuất thật. Điều này giúp họ có thể điều chỉnh mẫu trên ma-nơ-canh ảo một cách chính xác, phù hợp trước khi đưa ra sản xuất hàng loạt, đáp ứng được nhu cầu của người tiêu dùng.

Các nghiên cứu về mô phỏng quần áo 3 chiều hầu hết đều dựa trên mô hình bề mặt cơ thể người hoặc ma nơ canh. Việc nghiên cứu tách lưới bề mặt cơ thể người là một công đoạn hết sức quan trọng trong thiết kế, mô phỏng mẫu quần áo 3 chiều. Cơ sở để thiết kế quần áo 3 chiều chính là dựa trên các điểm nhân trắc quan trọng và lưới cơ thể người. [5],[6].

Việc nghiên cứu xây dựng lưới cơ thể người phục vụ thiết kế quần áo 3 chiều là một vấn đề quan trọng, cần được nghiên cứu thỏa đáng và là nội dung chính của bài báo này.

2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

- Nghiên cứu dữ liệu cơ thể người khi quét mẫu trên máy quét 3D Body Scanner, xác định các điểm nhân trắc từ đó xây dựng lưới bề mặt cơ thể người phục vụ thiết kế quần áo 3 chiều.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp quét bề mặt cơ thể người:

Sử dụng máy quét toàn thân 3D Body canner để quét cơ thể người theo mẫu đã chuẩn bị.

- Phương pháp mô phỏng 3 chiều: Sử dụng phần mềm mô phỏng cơ thể người, mô phỏng hình dáng cơ thể trong không gian 3 chiều

- Phương pháp xử lý số liệu: Xử lý các số liệu nhân trắc, số liệu liên quan đến tọa độ các điểm nhân trắc.

2.3. Nội dung nghiên cứu

2.3.1. Quét cơ thể

a. Chuẩn bị mẫu

- Mẫu nam và nữ được chọn đại diện cho nhóm người trưởng thành, khỏe mạnh, không dị tật, cơ thể cân đối.

** Yêu cầu đối với người được đo:*

Thực hiện theo TCVN 5781:2009[2] quy định phương pháp đo cơ thể người và theo yêu cầu của thiết bị đo. Cụ thể:

- Tư thế: Đứng đúng tư thế theo quy định,

hai tay để vào đúng vị trí, chân đúng vị trí quy định trong buồng đo. Mắt nhìn thẳng.

- Tâm lý người được đo thoải mái

- Trang phục: Người được đo thay đồ, chỉ mặc quần lót màu sáng, đi chân đất, nữ tóc buộc gọn và đội mũ chuyên dùng màu ghi sáng.

b. Hệ thống quét mẫu

Triển khai đo trên máy quét toàn thân NX-16 3D Body Scanner của hãng [TC]². Quá trình đo được tiến hành tại phòng máy đo 3D của Viện dệt may. Buồng quét gồm 16 cảm biến, máy quét sử dụng ánh sáng trắng, dòng điện 15A, mật độ lưới điểm 2x2<mm; góc quét: 4 góc. Mật độ dữ liệu: 6.105 - 10.105 điểm [1].

Hình 2.1. *Buồng quét gồm 16 cảm biến* [3]

c. Xử lý mẫu quét

Mẫu quét nhận được từ máy quét toàn bộ cơ thể không tiếp xúc 3D Body Scanner [TC]2 NX-16, dạng đuôi (.wrl). Quá trình quét mẫu trên máy, phần mềm xử lý kết quả chủ yếu cho các giá trị số đo nhân trắc của mẫu như kích thước vòng, kích thước chiều cao khá tốt. [1], [3]

Để có thể sử dụng bề mặt của mẫu quét làm cơ sở để phát triển mẫu quần áo thì cần phải xử lý mẫu quét với mục đích tăng chất lượng dữ liệu quét, giảm thiểu những sai số do chất lượng máy quét, giảm nhiễu trong quá trình quét. Trong lĩnh vực thiết kế 3D hiện nay có nhiều phần mềm có thể xử lý vấn đề trên, trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng phần mềm Rapidform và Geomagic để xử lý mẫu. Cụ thể các việc cần xử lý mẫu quét:

- Giảm nhiễu, loại bỏ dữ liệu quét thừa.

- Tối ưu các đường bao quanh dữ liệu quét.

- Điền đầy các vị trí thiếu dữ liệu quét.

- Làm mịn và làm mịn tinh các vị trí chất lượng quét kém.

- Tạo mẫu cơ thể đối xứng.

2.3.2. Xây dựng lưới bề mặt cơ thể

- Mục đích: Tạo ra bề mặt cơ thể dựa vào mẫu quét, bề mặt thô hay chính xác được kiểm soát thông qua số lượng điểm.

- Phần mềm sử dụng là Rhino. Thông số đầu vào là tệp dữ liệu quét (đã qua xử lý bằng Geomagic, Rapidform). Ngôn ngữ lập trình được sử dụng là Grasshopper. Đây là một trong những ngôn ngữ lập trình mới, hiện đại giúp cho vấn đề mô phỏng vật thể trong không gian 3 chiều thuận tiện và dễ dàng hơn. Kết quả chương trình được cập nhật liên tục và thể hiện trên giao diện Rhino. [4]

- Mẫu quét được gán thành 1 biến, (quá trình này là cần thiết, để đảm bảo khả năng lặp lại của chương trình đối với các mẫu khác nhau).

- Xây dựng hệ thống mặt phẳng ngang dùng cắt mẫu. Số lượng mặt phẳng thay đổi theo yêu cầu khi đặt thông số: số lượng mặt phẳng được đặt và có thể thay đổi theo trục Oz.

- Xác định giao tuyến của các bề mặt đó với bề mặt mẫu.

- Xác định các điểm trên các đường giao, số lượng điểm được đặt và có thể thay đổi theo yêu cầu.

- Từ hệ thống điểm đã xác định được, xây dựng các đường cong qua các điểm: Đường cong mặt cắt ngang và đường cong mặt cắt dọc.

- Xây dựng bề mặt dựa vào hệ thống đường cong đó.

- Xác định trên bề mặt hệ thống điểm chuẩn (Sau này sẽ lấy hệ thống điểm chuẩn để phục vụ thiết kế quần áo).

+ Như vậy có thể thấy, độ chính xác của bề mặt mô phỏng so với mẫu quét được phụ thuộc vào yêu cầu thông qua 2 biến số lượng mặt cắt và số lượng điểm. Giá trị này càng tăng, số điểm tương ứng sẽ tăng cao và bề mặt mô phỏng càng mô tả đúng mẫu quét.

a. Xây dựng hệ điểm cơ thể

Để điều chỉnh vị trí mỗi điểm trong hệ điểm được thuận lợi, phù hợp đặc điểm sinh học cơ thể người nên hầu hết các điểm trong hệ điểm cơ thể được xây dựng theo tọa độ trụ.

Sơ lược hệ tọa độ trụ:

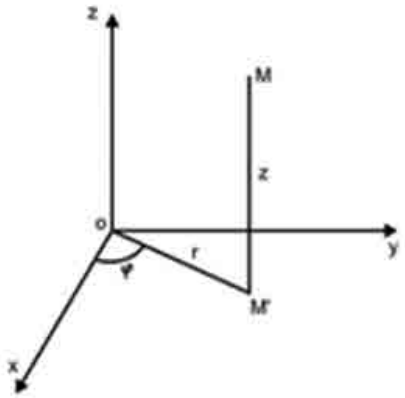
Cho hệ tọa độ Descartes vuông góc $Oxyz$

Tọa độ trụ của điểm M là bộ ba số (r,φ,z) xác định như sau:

- $r \geq 0$ là khoảng cách từ gốc tọa độ O đến hình chiếu vuông góc M' của M xuống mặt phẳng Oxy
- $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ là góc $(Ox,\overrightarrow{OM'})$
- z là cao độ của điểm M

Tọa độ trụ liên hệ với tọa độ Descartes vuông góc bởi công thức sau:

$$\begin{cases} x = r\sin\varphi \\ y = r\cos\varphi \\ z = z \end{cases}$$



Hình 2.2. *Xác định điểm nhân trắc*

**** Mô tả thuật toán xác định điểm trên cơ thể***

Điểm nhân trắc được xác định phù hợp với mặt cắt ngang.

Như vậy mỗi điểm nhân trắc được xác định thông qua trị số tọa độ (x, y, z) hoặc vị trí trên mặt phẳng xOy và khoảng cách mặt cắt ngang (z). Từ đó đầu vào cho chương trình này được xác định là 2 biến: chiều cao và góc xoay (hình 2.2).

Giá trị của 2 biến lấy từ giá trị đo và mẫu quét.

Biến chiều cao: chiều cao điểm nhân trắc so với mặt đất.

Biến góc xoay: Trong mặt cắt cơ thể (theo chiều cao) đi qua điểm nhân trắc, góc xoay là góc giữa tia đi qua gốc tọa độ và điểm nhân trắc so với tia oy. (hình 2.3 và 2.4).

**** Phân tích thuật toán***

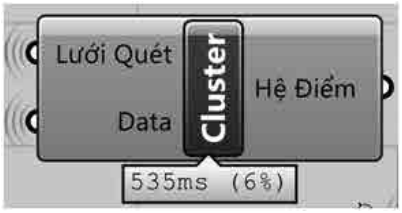
Bước 1: Phân tích dữ liệu vào.

Bước 2: Xác định mặt cắt cơ thể qua điểm nhân trắc.

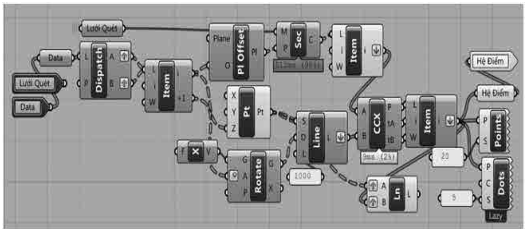
Bước 3: Xác định điểm nhân trắc trong mặt cắt đó.

Bước 4: Hiển thị và lấy số liệu đầu ra.

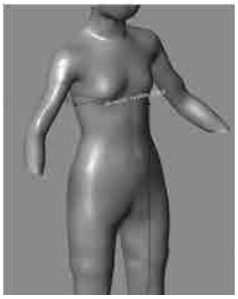
Thuật toán tạo Hệ điểm cơ thể dạng thu gọn:



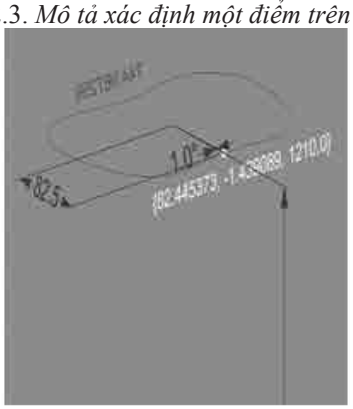
Thuật toán tạo Hệ điểm cơ thể dạng khai triển:



Chương trình xây dựng hệ điểm cơ thể sử dụng ngôn ngữ lập trình Grasshopper.



Hình 2.3. *Mô tả xác định một điểm trên cơ thể*



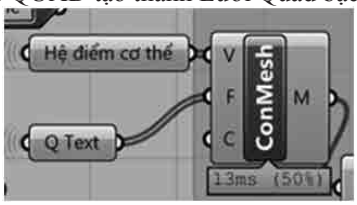
Hình 2.4. *Hiển thị thông số 1 điểm trên cơ thể*

b. Xây dựng bề mặt cơ thể

Phân tích chương trình:

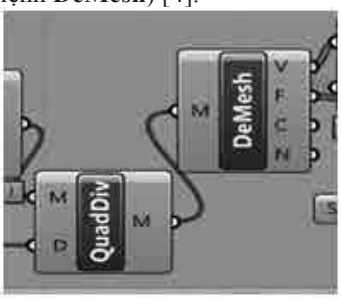
*** Xây dựng lưới Quad bậc 1:**

- Sử dụng lệnh **ConMesh**[4] nhận dữ liệu hệ điểm và dữ liệu kết nối QUAD (QText) để tạo thành lưới bậc 1. Kết nối các điểm trong hệ điểm cơ thể theo từng bộ 4 điểm tạo thành mỗi QUAD. Tập hợp tất cả các QUAD tạo thành Lưới Quad bậc 1.



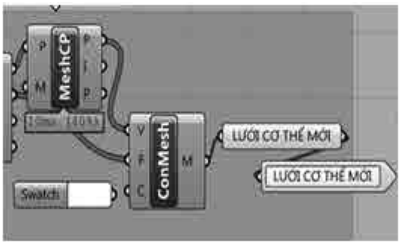
*** Xây dựng lưới Quad bậc cao hơn:**

+ *Xây dựng lưới Quad bậc cao thô*: Chia nhỏ lưới Quad bậc 1 thành lưới bậc cao hơn (Sử dụng lệnh **Quadivide**)[4]. Trích xuất tất cả các điểm nút của lưới bậc cao và quy luật kết nối những điểm đó (Sử dụng lệnh **DeMesh**) [4].



+ Xây dựng lưới Quad bậc cao tinh:

Xác định tất cả các điểm nút của lưới chính là ánh xạ điểm tương ứng với các điểm nút của lưới thô chiếu lên bề mặt mẫu quét (Sử dụng lệnh Mesh Closest Point) [4].. Dựa vào tập điểm nút mới và quy luật kết nối của lưới thô để xây dựng lưới tinh (Sử dụng lệnh ConMesh) [4]..



Lệnh **Contruct Mesh**:

Xây dựng lưới từ hệ điểm và quy tắc kết nối.

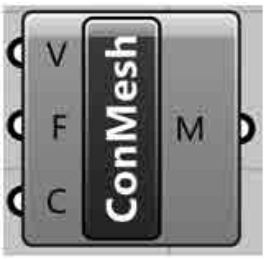
Đầu vào:

V - Tập hợp điểm (Hệ điểm cơ thể)

F - Quy tắc kết nối điểm (Q Text)

C - Màu sắc

Đầu ra: M - Lưới



Lệnh **DeMesh**: Phân tích lưới thành hệ điểm nút vào quy tắc kết nối.

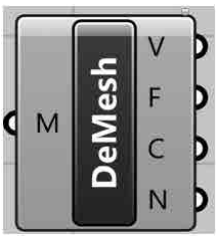
Đầu vào: M - Lưới

Đầu ra: V - Hệ điểm nút.

F - Quy tắc kết nối điểm.

C - Màu sắc.

N - Vector pháp tuyến tại trung tâm mỗi Quad.



Lệnh **Mesh closest Point:** Tìm kiếm một điểm trên lưới gần nhất với 1 điểm đã có.

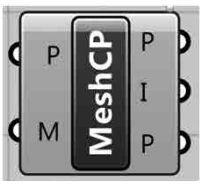
P - Điểm đã có.

M - Lưới chứa điểm cần tìm.

P - Điểm gần nhất nằm trên lưới.

I - Chỉ số bề mặt trên lưới chứa điểm đó.

P - Thông số của điểm trên lưới.

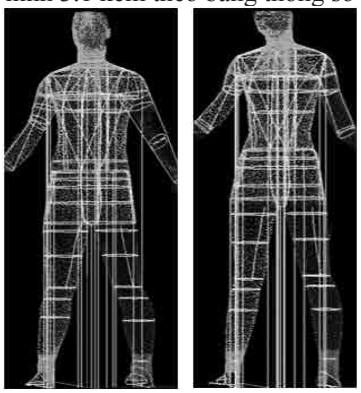


Lệnh QuadDivide: Chia nhỏ tất cả các bề mặt Quad trên lưới thành các bề mặt QUAD nhỏ hơn.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Xây dựng dữ liệu quét mẫu cơ thể

Thực hiện quét mẫu trên máy quét toàn thân 3D Body Scaner [TC]2 - NX 16 thu được dữ liệu quét như hình 3.1 kèm theo bảng thông số

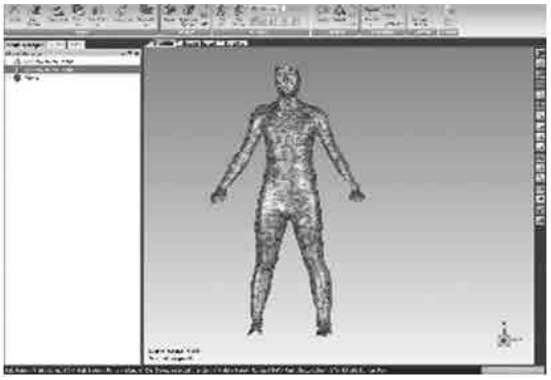


(a) (b)

Hình 3.1. *Kết quả quét mẫu nam (a) và nữ (b) theo tiêu chuẩn ASTM 1999*

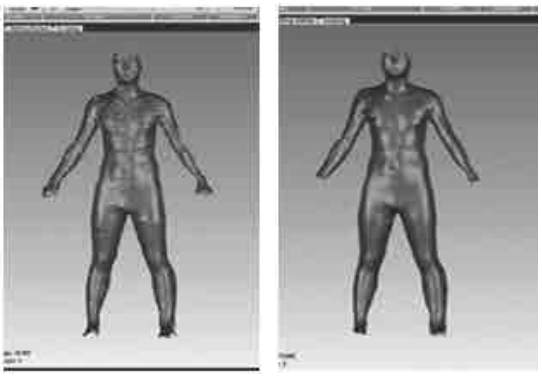
**** Đánh giá dữ liệu ban đầu và kết quả***

Sau khi xử lý mẫu quét (màu xám) các điểm nhiễu được loại bỏ, bề mặt cơ thể phẳng và mịn hơn. Việc xác định các điểm trên bề mặt cơ thể tập trung và chính xác hơn.



Hình 3.2. *Mẫu quét cơ thể người*
Trước (Màu xanh) và Sau xử lý (Màu xám)

Đánh giá tại khu vực phía trước mẫu quét.



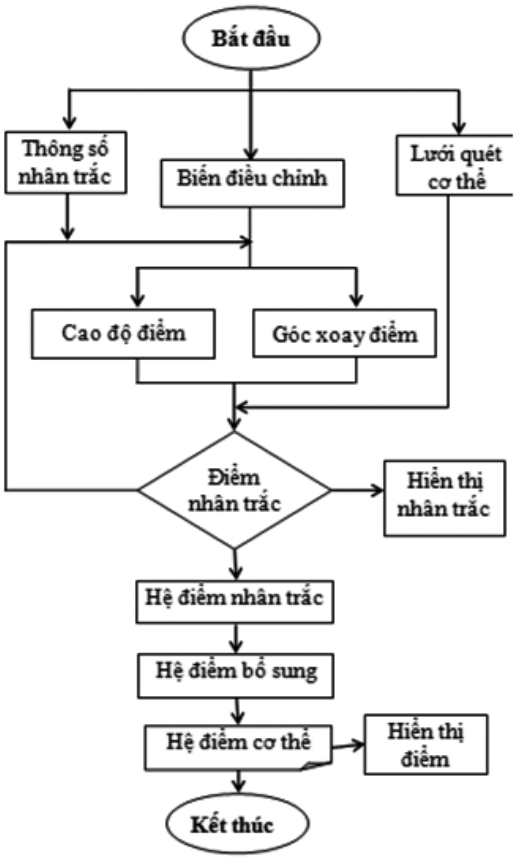
(a) (b)

Hình 3.3. *(a) Mẫu quét trước xử lý*
(b)Mẫu quét sau xử lý

3.2. Lưới bề mặt cơ thể

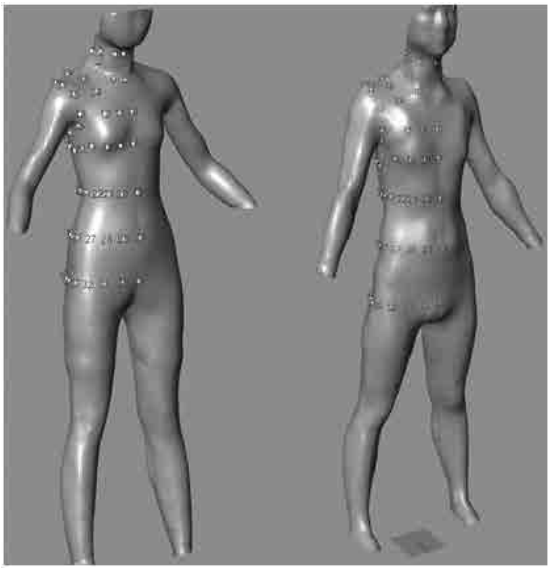
3.2.1. Hệ điểm cơ thể

Sơ đồ khối xây dựng hệ điểm cơ thể



- Vị trí các mặt cắt ngang chính trên cơ thể có chứa các điểm nhân trắc chính như: điểm đầu vai trong, điểm đầu vai ngoài, điểm đốt sống cổ 7, điểm hõm cổ, điểm ngang gầm nách, điểm đầu ngực trên, điểm đầu ngực, điểm ngang eo, điểm ngang bụng, ngang mông…

Hình 3.4. *Sơ đồ vị trí các mặt cắt chính trên cơ thể*

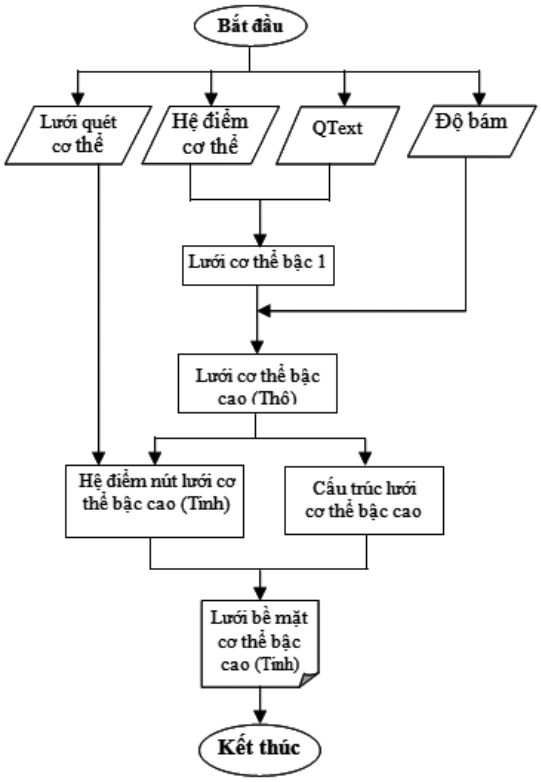


Hình 3.5. *Sơ đồ hệ điểm chính trên cơ thể*

Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được tập hợp các điểm mút chính trên bề mặt cơ thể. Các điểm mút này đều tương ứng với giá trị tọa độ nhất định trong không gian 3 chiều. Hơn nữa với chương trình phần mềm thiết lập hệ điểm cơ thể bằng ngôn ngữ lập trình Grasshopper, số điểm trên bề mặt cơ thể người có thể được đặt theo yêu cầu. Như vậy khi tăng số điểm trên bề mặt cơ thể sẽ giúp quá trình xây dựng lưới bề mặt cơ thể một cách chính xác hơn.

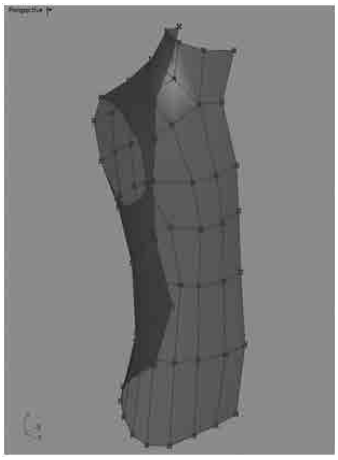
3.2.2. Lưới cơ thể

Sơ đồ khối giải thuật xây dựng lưới bề mặt cơ thể



a. Lưới Quad bậc 1:

Các điểm mút trong hệ điểm cơ thể được kết nối theo từng bộ 4 điểm tạo thành mỗi QUAD. Tập hợp tất cả các QUAD tạo thành lưới Quad bậc 1. Lưới bậc 1 định hình lên khung bề mặt cơ thể ở dạng thô.



Hình 3.6. *Lưới cơ thể bậc 1*

b. Lưới Quad bậc cao hơn:

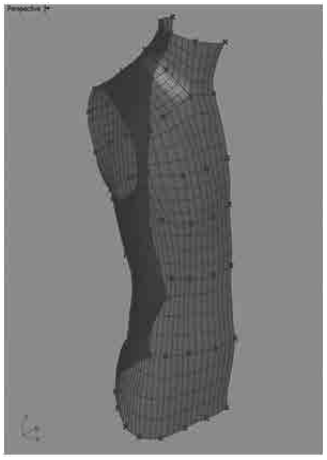
+ Xây dựng lưới Quad bậc cao thô:

Lưới Quad bậc cao thô được xây dựng bằng cách chia nhỏ lưới Quad bậc 1. Lưới bậc cao thô đã gần bám sát với bề mặt cơ thể hơn lưới bậc 1.

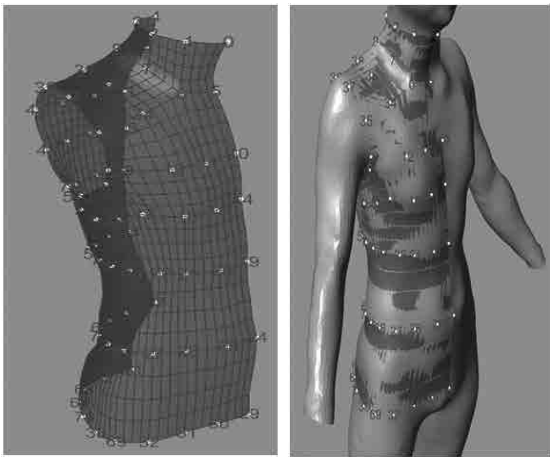
Hình 3.7. *Lưới cơ thể bậc cao thô*

+ Xây dựng lưới Quad bậc cao tinh:

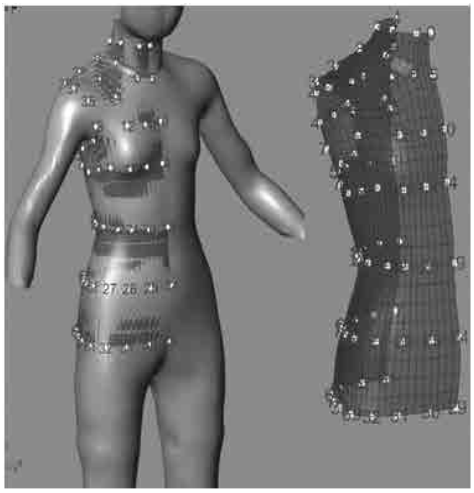
Lưới Quad bậc cao tinh là lưới mịn, bám sát với bề mặt cơ thể và thể hiện đúng nhất hình dáng bề mặt cơ thể. Lưới cơ thể bậc cao tinh (lưới mịn) là cơ sở quan trọng để thiết kế quần áo 3 chiều.



Hình 3.8. *Lưới cơ thể bậc cao tinh*



(a)



(b)

Hình 3.9. *Lưới cơ thể bậc cao tinh được thể hiện trên cơ thể mẫu quét trong chương trình thiết kế 3D-Grasshopper.*
(a) mẫu nam; (b) mẫu nữ

- Mở rộng chương trình: chương trình được xây dựng cho phép khả năng mở rộng để xây dựng các đặc trưng riêng cho từng phần cơ thể như phần cổ, ngực, eo, hông … Từ đó tạo tiền đề cho việc xây dựng mô hình linh hoạt gồm nhiều mô-đun khác nhau phục vụ thiết kế quần áo.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày nội dung xây dựng lưới bề mặt cơ thể người … làm cơ sở để thiết kế quần áo 3 chiều. Đây là nghiên cứu mang tính tiên phong tại Việt Nam trong lĩnh vực này.

Với dữ liệu từ quét mẫu cơ thể người (sử dụng máy quét toàn thân 3D body Scaner để thu nhận dữ liệu mô hình cơ thể), thông qua chỉnh sửa để tạo tập dữ liệu đầu vào.

Trên cơ sở nền tảng Rhino, chương trình được viết trên ngôn ngữ Grasshopper cho phép xây dựng hệ điểm cơ thể người, từ đó tiến hành xây dựng lưới QUAD theo từng mức độ lưới bậc 1, lưới thô, lưới tinh và lưới mịn. Lưới cơ thể được tạo ra sát với hình dạng cơ thể người 3 chiều. Đây sẽ là dữ liệu quan trọng, làm cơ sở để thiết kế quần áo trong không gian 3 chiều.

Ngôn ngữ lập trình Grasshopper với khả năng linh hoạt, tính ứng dụng cao tỏ ra khá hữu hiệu trong việc mô phỏng hệ điểm, mô phỏng lưới quần áo 3 chiều.

Tài liệu tham khảo

[1]. *Tài liệu hướng dẫn sử dụng máy quét [TC]2 NX-16*, Viện dệt may, Tập đoàn dệt may Việt Nam .
[2]. *TCVN 5781:2009 phương pháp đo cơ thể người*, Tổng cục tiêu chuẩn đo lường Việt Nam.
[3]. [TC]2 2010, *3D Body Scanning & Technology Development*, viewed 10 October 2010 <http://www.tc2.com >.
[4]. Andrew Payne. "*The Grasshopper Primer Third Edition*".
[5]. Yong-Jin Liua,*, Dong-Liang Zhangb, Matthew Ming-Fai Yuenc, *A Survey on CAD Methods in 3D Garment Design*. Computer in Industry 61 (2010) 576-593.
[6]. Shin-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen, *A Study of Surface Reconstruction for 3D Mannequins based on Feature Curves*. Computer-Aided Design 45 (2013) 1426-1441

CONSTRUCTION OF MESH OF BODY SURFACE FOR 3D DESIGN CLOTHING

Abstract:

This paper introduces a new approach to determine the anthropometric point (endpoint) important on the human body surface through the process of scanning sample from the body scanners 3D Body Scanner. Based on the important anthropometric points, the body surface mesh is determined and used for next steps of clothing design. Body surface grid is one of the important factors to design three-dimensional clothing. To simulate the mesh of anthropometric points and body surface, the simulation programs have been developed based on the programming language Grasshoppe, which runs on the platform for 3D graphics Rhinoceros 5.0.

Keywords: *body surface mesh; clothing 3-dimensional design; anthropometric points.*