

NGHIÊN CỨU SỐ HÓA 3D PHOM GIẦY

Phạm Ngọc Tuấn

Khoa Cơ Khí, Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 18 tháng 1 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 19 tháng 4 năm 2005)

TÓM TẮT: Bài báo giới thiệu những kết quả nghiên cứu và thực hiện qui trình được đề nghị để số hóa 3D phom giày. Đây là giai đoạn đầu trong quá trình ứng dụng kỹ thuật ngược để phục vụ việc thiết kế phom, nhân cỡ số và gia công phom. Qui trình số hóa 3D được đề xuất và kinh nghiệm tích lũy trong nghiên cứu này có thể được áp dụng cho việc số hóa các loại sản phẩm ba chiều khác với một số hiệu chỉnh cần thiết.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

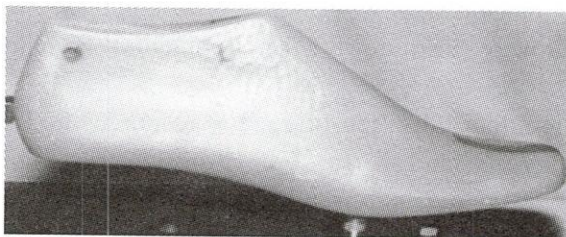
Trong những năm gần đây ngành giày dép Việt Nam đạt kim ngạch xuất khẩu đứng hàng thứ ba với tốc độ tăng trưởng hàng năm khá cao. Trong xu thế hội nhập việc chủ động thiết kế mẫu mã sản phẩm giày dép một cách đa dạng, nhanh chóng và phù hợp với khách hàng ngoài nước là hết sức cần thiết vì hiện nay doanh nghiệp Việt nam chủ yếu là gia công, còn thiết kế sản phẩm thường từ nước ngoài. Trong quá trình sản xuất giày dép với những cỡ số khác nhau cần có rất nhiều phom giày với những cỡ số tương ứng. Có thể áp dụng kỹ thuật ngược (KTN) để thiết kế phom giày theo mẫu rồi sau đó nhân ra nhiều cỡ số. Quá trình áp dụng này bắt đầu từ việc lấy dữ liệu 3D của phom giày, thiết kế sơ bộ phom giày, kiểm tra độ chính xác phom giày, hoàn chỉnh thiết kế, xuất dữ liệu 3D để thực hiện các công việc tiếp theo. Bài báo này đề cập đến giai đoạn đầu của quá trình áp dụng KTN, đó là nghiên cứu và thực nghiệm số hóa 3D phom giày.

2. ĐỐI TƯỢNG – THIẾT BỊ – QUI TRÌNH SỐ HÓA

2.1. Đối tượng số hóa

Phom giày là một vật thể ba chiều điển đây phần không gian bên trong giày, tương tự như bàn chân của người khi mang giày. Độ vừa khít của đôi giày phụ thuộc rất nhiều vào cấu trúc hình học của phom giày.

Phom giày thường được làm bằng gỗ, nhôm hoặc nhựa.



a.

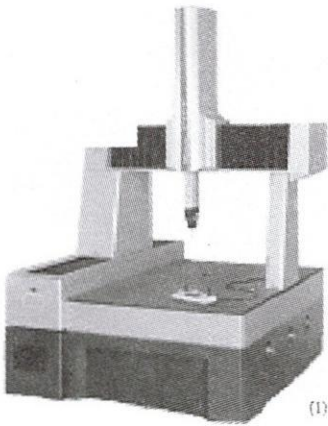


b.

Hình 1: a. Phom giày. b. Phom giày điển đây phần không gian bên trong giày.

2.2. Thiết bị

Máy Mitutoyo Beyond A504 là máy đo tọa độ ba chiều kiểu tiếp xúc, có đầu đo dạng cầu dịch chuyển, bàn cố định.



**Hình 2: Máy đo tọa độ ba chiều
Mitutoyo Beyond A504.**

Máy có độ chính xác cao, có thể đạt 0,003 mm và cho phép số hóa chuỗi điểm của đường cong theo hai cách:

Đo từng điểm bằng đầu dò chạm tiếp xúc (Touch Trigger Probe - TTP): đầu dò được điều khiển bằng tay, di chuyển tới chạm vào từng điểm trên đối tượng.

Quét từng đường bằng đầu dò chạm tiếp xúc (Continuously Scanning Probe - CSP):

Đầu dò được điều khiển tự động nhờ sự xác lập các điểm đầu, điểm cuối, bước dò và hướng dò của người điều khiển thiết bị; tự động dò và thu nhận các điểm trên đối tượng như yêu cầu đã xác lập.

Phương pháp TTP được thực hiện thủ công nên phù hợp với các đường cong gồ ghề, nhưng tốc độ số hóa chậm.

Phương pháp CSP được thực hiện tự động nên phù hợp với các đường cong phẳng, đặc biệt khi các đường cong này nằm trên các mặt phẳng song song cách đều nhau.

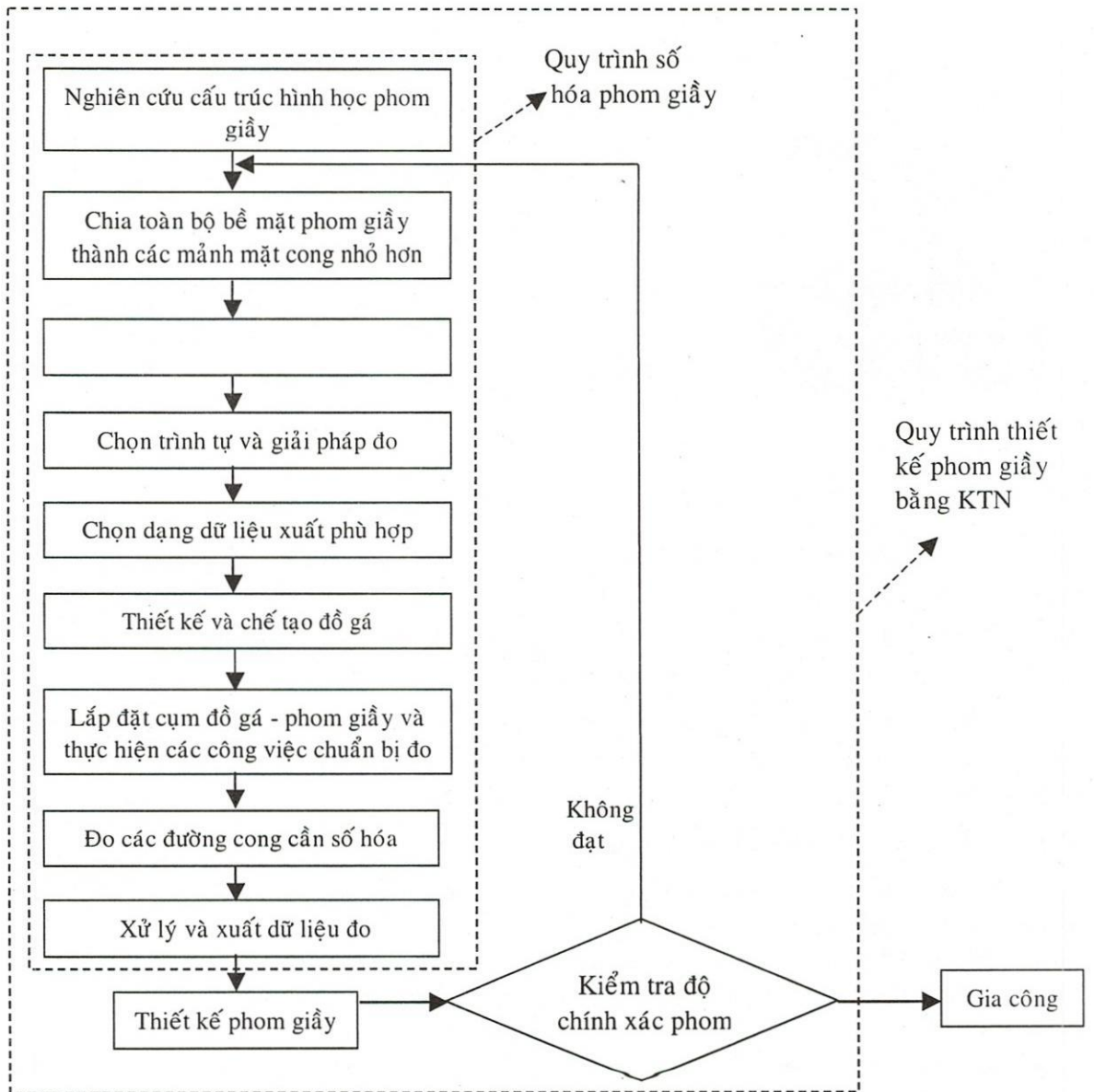
Phần mềm GEOPACK-Win kèm theo máy có thể xử lý và xuất dữ liệu ở một số kiểu định dạng khác nhau, trong đó có hai kiểu định dạng đáng chú ý là .gws (định dạng ASCII) và .igs (định dạng polyline).

2.3. Đề xuất qui trình số hóa phom giấy

Dựa vào đặc điểm của phom giấy, khả năng của máy đo, qui trình số hóa phom giấy được đề xuất gồm các bước theo trình tự như sau:

- Nghiên cứu cấu trúc hình học của phom giấy.
- Chia toàn bộ bề mặt phom giấy thành các mảnh mặt cong nhỏ hơn.
- Xác định các đường cong cần số hoá của phom giấy.
- Chọn trình tự và giải pháp đo các đường cần số hoá nói trên sao cho phù hợp với máy đo và đồ gá đo.
- Chọn dạng dữ liệu xuất từ máy đo sao cho phù hợp với phần mềm thiết kế hiện có.
- Thiết kế và chế tạo đồ gá đo.
- Lắp đặt cụm đồ gá - phom giấy lên bàn máy đo và thực hiện các công việc chuẩn bị đo.
- Đo các đường cong cần số hoá theo trình tự và giải pháp đã chọn.
- Dùng phần mềm GEOPAK-Win để xử lý và xuất dữ liệu đo.

Giải thuật tổng quát được thể hiện qua qui trình số hóa phom giấy và qui trình thiết kế phom giấy bằng KTN được trình bày ở hình 3.



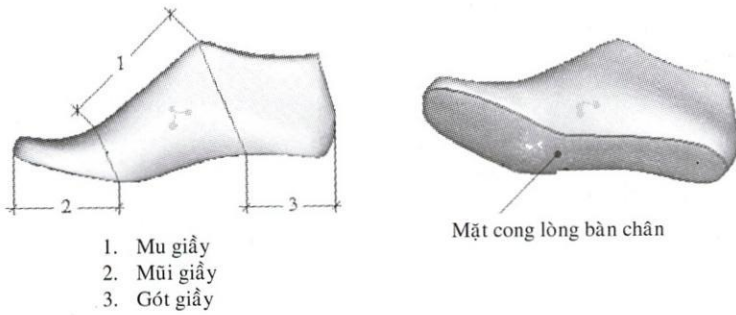
Hình 3: Quy trình số hóa và thiết kế phom giấy bằng KTN.

3. THỰC HIỆN QUI TRÌNH SỐ HÓA

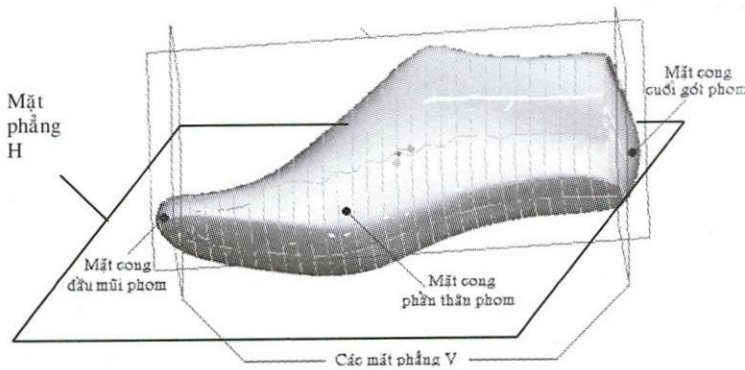
3.1. Nghiên cứu cấu trúc hình học phom giấy

Phom giấy có cấu trúc hình học gồm các phần: mu, mũi, gót và mặt cong lòng bàn chân. Toàn bộ mặt cong của phom giấy là mặt cong tròn lồi và không đối xứng qua bất kỳ mặt phẳng nào cắt qua nó. Phom giấy có thể ở dạng liền khối hay hai nửa ghép với nhau bằng bản lề. Quá trình thực nghiệm số hóa trong nghiên cứu này dùng loại phom liền khối.

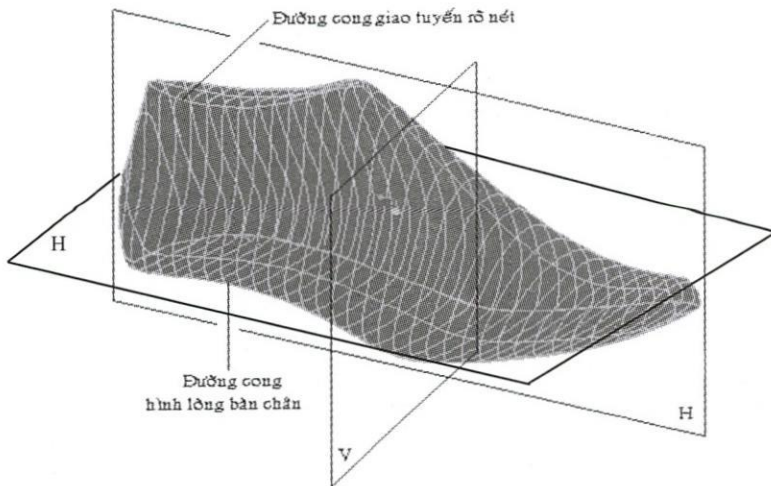
3.2. Chia bề mặt phom giấy thành các mảnh mặt cong nhỏ hơn



Hình 4: Cấu trúc hình học phom giày.



Hình 5: Bề mặt phom giày được chia thành các mặt cong thành phần.



Hình 6: Chia các mặt cong thành phần thành các mảnh mặt cong nhỏ hơn.

Dùng mặt phẳng H cắt ngang và hai mặt phẳng V cắt đứng tại các vị trí đầu mũi và cuối gót của phom giày. Bề mặt phom giày được chia thành các mặt cong sau đây:

- Mặt cong đầu mũi phom.
- Mặt cong phần thân phom.
- Mặt cong cuối gót phom.

▪ Mỗi mặt cong thành phần nói trên được mặt phẳng H cắt làm hai.

▪ Các mặt cong thành phần này cần được chia thành các mảnh mặt cong nhỏ hơn để đảm bảo độ chính xác khi đo. Vì vậy có thể dùng các mặt phẳng cắt song song với hai mặt phẳng V để nhận được các mảnh mặt cong nhỏ hơn (hình 6).

▪ Gọi L là khoảng cách giữa hai mặt phẳng V đầu mũi và cuối gót, a là khoảng cách giữa các mặt phẳng cắt, tổng các mặt phẳng dùng để tạo ra các mảnh mặt cong trên phần thân phom là:

$$n = \frac{L}{a} + 1$$

Trong quá trình thực nghiệm đo, với chiều dài L = 210 mm, chọn khoảng cách a = 7 mm, số mặt phẳng cắt là:

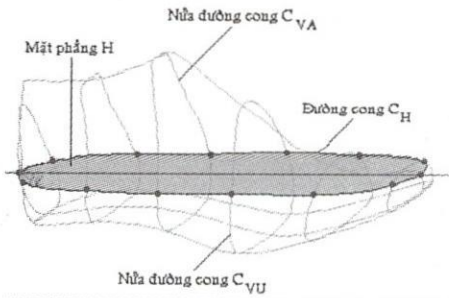
$$n = \frac{210}{7} + 1 = 31$$

a chính là mật độ đo (số hóa) theo phương vuông góc với các mặt phẳng V.

3.3. Xác định các đường cong cần số hóa

Các đường cong cần số hóa bao gồm:

- Các đường cong là giao tuyến giữa mặt cong phần thân phom với các mặt phẳng cắt đứng. Các đường cong này được gọi là các đường cong C_V .
- Đường cong là giao tuyến giữa các mặt cong đầu mũi phom, mặt cong phần thân phom, mặt cong cuối gót phom với mặt phẳng cắt ngang H. Đường cong này được gọi là đường cong C_H .



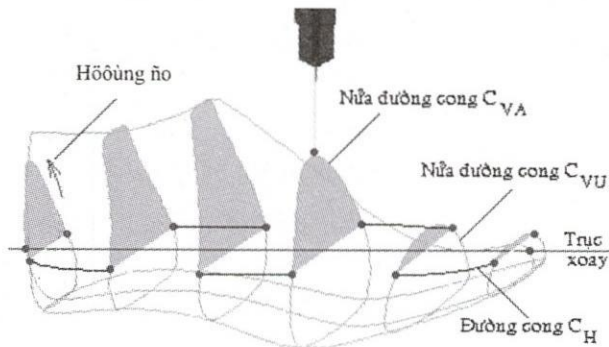
Hình 7: Hai phần của đường cong C_V qua mặt phẳng H.

liên tục các nửa đường cong C_{VA} phía trên, sau đó xoay 180° để đo nửa đường cong C_{VU} phía dưới.

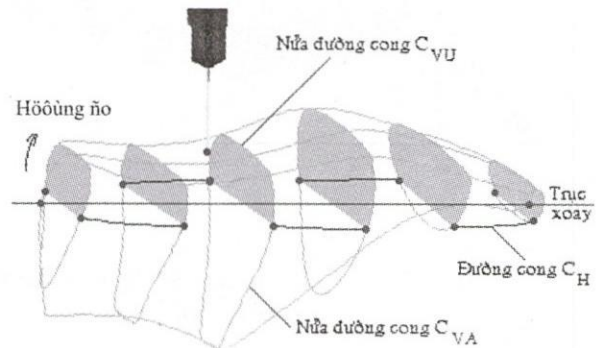
3.4. Chọn trình tự và giải pháp đo

- Các đường cong C_V có số lượng lớn nên có ảnh hưởng quyết định đến phương án đo. Đầu dò của máy đo có chuyển động lên xuống nên muốn đo được toàn bộ đường cong C_V thì phom giấy phải có chuyển động quay.

Mặt phẳng H chia các đường cong C_V thành hai phần: phần trên và phần dưới. Phương án đề xuất là: đo



Hình 8: Đo nửa trên.



Hình 9: Xoay phom 180° để đo nửa dưới.

Trình tự đo:

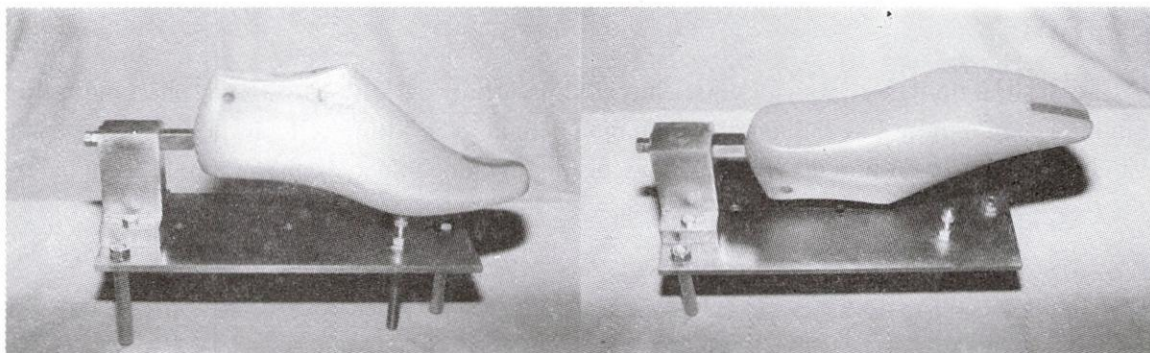
- Xác định mặt phẳng H: đo ba điểm (dùng phương pháp đo TTP).
- Đo đường cong C_H (dùng phương pháp đo CSP).
- Đo các nửa đường cong C_{VA} (dùng phương pháp đo CSP).
- Đo các nửa đường cong C_{VU} (dùng phương pháp đo CSP).

3.5. Chọn dạng dữ liệu xuất phù hợp

Chọn dữ liệu xuất từ phần mềm GEOPACK-Win theo kiểu định dạng .gws. Sử dụng phần mềm Excel để đọc và hiệu chỉnh file có định dạng .gws, sau đó chuyển đổi sang file có định dạng .pts. Có thể dùng phần mềm Pro/Engineer để thiết kế phom từ các dữ liệu đo này.

3.6. Thiết kế và chế tạo đồ gá đo

Đồ gá phom trên máy đo tọa độ được thiết kế và chế tạo vừa để định vị và kẹp chặt phom tại một vị trí đo; vừa để thực hiện chức năng xoay phom qua lại trong quá trình chuẩn bị đo và xoay 180° khi đo phần dưới của phom.



Hình 10: Đo phần trên và phần dưới của phom.

3.7. Lắp đặt cụm đồ gá - phom giày và thực hiện các công việc chuẩn bị đo

Các công việc được thực hiện theo trình tự sau:

- Lắp đặt cụm đồ gá - phom giày lên bàn máy.
- Lắp đặt đầu đo và khởi động máy đo tọa độ.
- Đo thử.
- Lấy dấu ba điểm làm chuẩn để xác định mặt phẳng H.

3.8. Đo các đường cong cần số hóa

3.8.1. Đo phần trên phom giày

a. Đo ba điểm

Cho đầu đo di chuyển để viên bi lần lượt chạm vào ba điểm và nhấn nút trên cần của hộp giao tiếp để nhập dữ liệu.

b. Đo đường cong C_H

Trên giao diện của GEOPAK-Win, xác lập điểm đầu, điểm cuối, hướng đo (thuận / ngược chiều kim đồng hồ), bước đo (theo trục y) $t_y = 7$ mm để máy đo tự động số hoá các điểm trên đường cong C_H .

c. Đo các nửa đường cong C_{VA}

Trên giao diện của GEOPAK-Win, dùng lệnh "relearn" và lấy đường cong C_H làm chuẩn để số hoá các điểm trên các nửa đường cong C_{VA} . Xác lập hướng đo (thuận / ngược chiều kim đồng hồ), bước đo (theo trục z) $t_z = 3$ mm.

t_y và t_z chính là mật độ đo khi số hoá các điểm trên đường cong C_H và C_{VA} .

3.9. Đo phần dưới phom giày

Thực hiện tương tự như trên, gồm:

- a. Đo ba điểm.
- b. Đo đường cong C_H .
- c. Đo các nửa đường cong C_{VU} .

3.10. Xuất dữ liệu đo

Trên giao diện GEOPAK-Win, chọn lệnh Export xuất các file số hoá các điểm ở hai dạng:

- Dạng .igs: để tham khảo.
- Dạng .gws: để chuyển đổi định dạng thành dữ liệu chuỗi điểm.

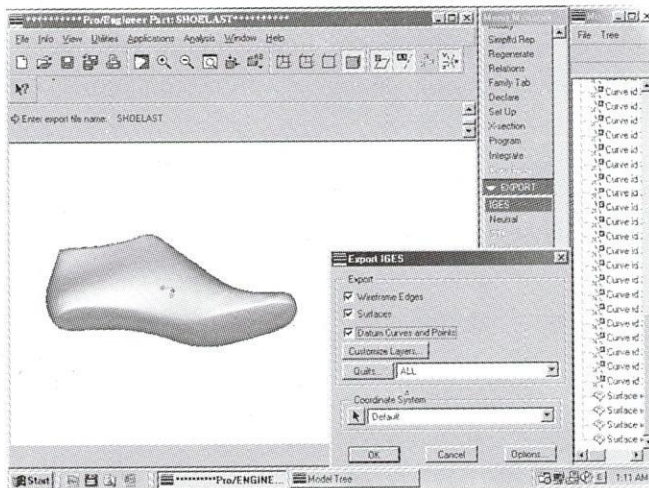
Độ chính xác đo tương ứng với độ chính xác của máy là 0,003 mm nhờ máy tự động thực hiện các chuyển động đo, không phụ thuộc vào con người. Độ chính xác này thỏa mãn yêu cầu độ chính xác khi thiết kế phom giày là 0,25 mm.

4. KẾT QUẢ

Các dữ liệu đo dạng .gws cần được chuyển đổi và tinh chế để phù hợp với phần mềm thiết kế Pro/Engineer. Phần mềm Excel được dùng cho mục đích này để đọc các file dữ liệu đo dạng .gws, tinh chế và chuyển đổi các dữ liệu đo 3D sang dạng .pts nhằm tương thích với phần mềm Pro/Engineer.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	156.9295	152.0214	226.3548								
2	156.9295	152.0203	226.4607								
3	156.9295	151.8930	229.2596								
4	156.9295	155.0791	232.1353								
5	156.9295	158.0180	233.2283								
6	156.9295	160.8519	234.1799								
7	156.9295	163.7174	235.0331								
8	156.9295	166.5822	235.8471								
9	156.9295	169.4804	236.5933								
10	156.9295	172.3765	237.3268								
11	156.9295	175.2819	238.0251								
12	156.9295	178.2011	238.6977								
13	156.9295	181.1113	239.3737								
14	156.9295	184.0324	240.0174								
15	156.9295	186.9564	240.6206								
16	156.9295	189.9136	241.1306								
17	156.9295	192.8360	241.7298								
18	156.9295	195.7957	242.1883								
19	156.9295	198.7453	242.6816								
20	156.9295	201.6854	243.2331								
21	156.9295	204.6426	243.6907								
22	156.9295	207.5953	244.1718								

Hình 11: Dữ liệu đo dạng .gws được chuyển đổi và tinh chế bằng phần mềm Excel.



Hình 12: Mô hình 3D phom giày được thiết kế bằng phần mềm Pro/Engineer.

5. KẾT LUẬN

Việc số hóa phom giày là một giai đoạn quan trọng trong quá trình ứng dụng KTN nói riêng và công nghệ CAD/CAM nói chung trong ngành giày dép, trước hết là phục vụ việc thiết kế phom, nhân cỡ số và gia công phom. Qui trình số hóa 3D được đề xuất và kinh nghiệm thực hiện trong nghiên cứu này có thể được áp dụng cho việc số hóa các loại sản phẩm ba chiều khác trong những lĩnh vực như cơ khí và khuôn mẫu, nhựa, đồ gỗ, sản phẩm mỹ thuật, nghệ thuật, điêu khắc, đồ chơi, v.v... với một số hiệu chỉnh cần thiết.

STUDY ON 3D DIGITIZING OF THE SHOE LAST

Pham Ngoc Tuan

Faculty of Mechanics, Ho Chi Minh City University of Technology-VNU-HCMC

ABSTRACT: *The paper introduces results in studying and implementing the suggested 3D digitizing process of the shoe last. This is the first stage of the application procedure of reverse engineering for last design, size grading and machining. The suggested process and gathered experience in this study can be applied for digitizing of other 3D products with some necessary adjustment.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. **Chang-Xue (Jack) Feng and Shang (Sam) Xiao.** *Computer-Aided Reverse Engineering With CMM For Digitization And LOM For Duplication.*
- [2]. **Claus Bremer.** *3D Digitizing and Data Processing for Efficient Reverse Engineering and Adaptive Manufacturing.*
- [3]. **David Ian Lee.** *Off-line Programming Of Coordinate Measurement Machines.*