

NGHIÊN CỨU TÍNH KÍCH THƯỚC CƠ THỂ NGƯỜI TỪ ẢNH 2D CHO NHÂN TRẮC HỌC NGÀNH MAY RESEARCH OF HUMAN BODY SIZE FROM THE 2D IMAGES FOR GARMENT INDUSTRY ANTHROPOMETRIC

¹Nguyễn Thị Ngọc Quyên, ²Huỳnh Văn Trí

¹Trường Đại học Công Nghệ TP.HCM

²Trường Đại học Công Nghiệp TP.HCM

TÓM TẮT

Tính kích thước cơ thể người từ ảnh 2D là một phương pháp đo gián tiếp, giúp thu thập số liệu nhân trắc một cách nhanh chóng với chi phí đầu tư thấp và cho ra kết quả tương đối chính xác. Với bài báo này, chúng tôi giới thiệu thuật toán tính kích thước cơ thể người từ ảnh 2D của mặt trước và bên hông. Kết quả nghiên cứu đã tự động tính được các thông số kích thước từ ảnh. Tác giả đã tiến hành so sánh kết quả nghiên cứu với các thông số kích thước được đo bằng phương pháp trực tiếp.

ABSTRACT

Dimension of the human body from 2D images is the indirect method of measurement, help collect anthropometric data quickly with low investment costs and produce relatively accurate results. With this paper, we introduce the algorithms of body dimensions from 2D images of the front and side. The result are extracted automatically parameters from the image. We were compared with results the parameters of direct measurement.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong công nghiệp may, nhiệm vụ lớn nhất cho các nhà thiết kế và sản xuất là sản phẩm phải mặc vừa đáp ứng số đông người tiêu dùng. Nên nhiệm vụ đầu tiên và cơ bản nhất là phải khảo sát số đo chính xác và số đo phải được cập nhật liên tục theo tình trạng phát triển thể chất của cộng đồng. Ở các quốc gia phát triển, dưới sự hỗ trợ tài chính không ngừng của chính phủ, hệ thống cỡ số được xây dựng hoàn chỉnh và được cập nhật hàng năm. Tuy nhiên ở khu vực Đông Nam Á và nhất là Việt nam, hệ thống cỡ số trang phục chưa được nghiên cứu đầy đủ và liên tục. Năm 1996 Việt nam đã có hệ thống cỡ số

nền kinh tế, thể chất cơ thể người cũng thay đổi, các số liệu kích thước đã xây dựng chỉ có giá trị tham khảo.

Khi đo kích thước cơ thể, phương pháp đo trực tiếp đạt được ưu điểm về độ chính xác nhưng lại mất nhiều thời gian, công sức đo đạc và kết quả mang tính chủ quan, phụ thuộc vào người đo [2]. Với sự phát triển trong lĩnh vực công nghệ thông tin và kỹ thuật số, phương pháp đo gián tiếp ra đời có thể thay thế cho phương pháp đo trực tiếp với những ưu điểm vượt trội về thời gian, độ chính xác.

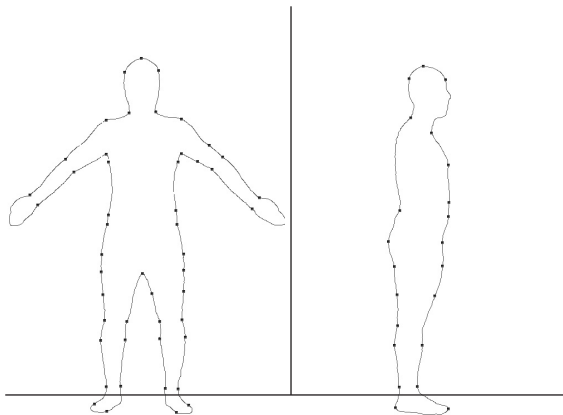
Phương pháp đo gián tiếp sử dụng công nghệ quét 3D bằng tia laser, chùm ánh sáng trắng thực hiện quét cơ thể trong vài giây,

phần mềm xử lý dữ liệu đám mây điểm và cho ra kết quả kích thước một cách nhanh chóng, chính xác. Tuy nhiên giá thành đầu tư phần cứng rất cao, doanh nghiệp may khó có điều kiện đầu tư [3].

Phương pháp đo gián tiếp sử dụng chụp ảnh 2D [4],[5],[6], kích thước được thuật toán tính tuy không đạt độ chính xác mm như công nghệ quét 3D nhưng cũng phù hợp cho nhân trắc học ngành may cùng với những ưu điểm về chi phí rẻ, thời gian xử lý nhanh, thiết bị vận chuyển dễ dàng và đây là hướng tiếp cận chúng tôi sẽ chọn để giới thiệu trong bài báo này.

II. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

Sau khi chụp ảnh 2D mặt trước và bên hông, trích xuất mốc đo [1] thể hiện ở (hình 1), bước tiếp theo cần tiến hành nghiên cứu tính kích thước cơ thể.

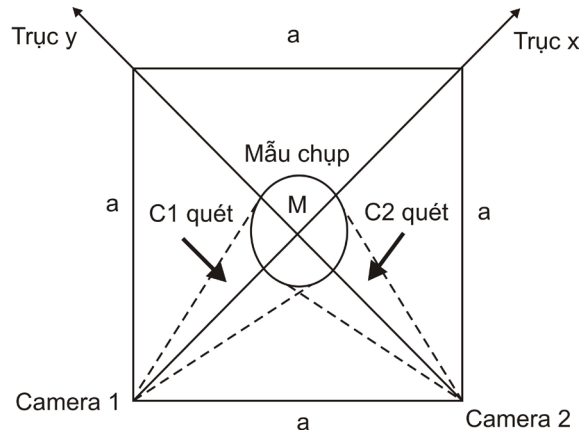


Hình 1. Trích xuất mốc đo mặt trước và bên hông.

Các thuật toán tính kích thước cơ thể:

- Thuật toán xác định điểm chụp được từ 2 camera trục giao đồng phẳng trong không gian và phép biến đổi ảnh trong không gian.
- Thuật toán tính kích thước cơ thể.

2.1. Thuật toán xác định điểm và phép biến đổi ảnh trong không gian (từ 2D sang 3D và từ 3D sang 2D) (hình 2)



Hình 2. 2 camera đồng phẳng quét mẫu.

Trường hợp 1: điều kiện chụp ảnh không bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như ánh sáng, độ rung, sai số trong quá trình lắp đặt camera:

Cho điểm $M(x,y,z)$ là một điểm trên hình mẫu cơ thể người.

- Camera 1 chụp hình mặt trước cơ thể ta thu được $H_1(x,z)$.
- Camera 2 chụp hình mặt bên hông cơ thể ta thu được $H_2(y,z)$.

a. Bài toán từ 2 điểm trong không gian $2D \mathbb{R}^2$ xuất ra 1 điểm trong không gian $3D \mathbb{R}^3$

Từ 2 điểm của hình H_1 và hình H_2 cùng xác định được tọa độ điểm M , ta thực hiện phép biến đổi sau:

- Đặt tọa độ của hình H_1 và hình H_2 theo cơ sở chính tắc của \mathbb{R}^2 lần lượt là:

$$[H_1]_{\mathbb{R}^2} = \begin{pmatrix} x \\ z \end{pmatrix} \text{ và } [H_2]_{\mathbb{R}^2} = \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix} \quad (1)$$

Ngoài ra ta ký hiệu $[M]_{\mathbb{R}^3} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$ là tọa

độ của cơ sở chính tắc của \mathbb{R}^3 , khi đó ta có

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} [H_1]_{\mathbb{R}^2} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ 0 \\ \frac{z}{2} \end{pmatrix} \equiv [H'_1] \quad ; (2)$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} [H_2]_{\mathbb{R}^2} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ y \\ \frac{z}{2} \end{pmatrix} \equiv [H'_2] \quad ; (3)$$

Cuối cùng ta thu được

$$[H'_1] + [H'_2] = \begin{pmatrix} x \\ 0 \\ \frac{z}{2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ y \\ \frac{z}{2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \equiv [M]_{\mathbb{R}^3} \quad ; (4)$$

Vậy ta thu được kết quả tọa độ $M(x,y,z)$

b. Bài toán từ 1 điểm trong không gian 3 chiều \mathbb{R}^3 xuất ra 2 điểm trong không gian 2 chiều \mathbb{R}^2

Cho trước điểm $M(x,y,z)$, khi đó

$$[H_1]_{\mathbb{R}^2} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} [M]_{\mathbb{R}^3} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ z \end{pmatrix} \quad ; (5)$$

$$[H_2]_{\mathbb{R}^2} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} [M]_{\mathbb{R}^3} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y \\ z \end{pmatrix} \quad ; (6)$$

Vậy ta thu được $H_1(x,z)$ và $H_2(y,z)$

*** Trường hợp 2: điều kiện chụp ảnh bị nhiễu do ảnh hưởng các yếu tố như ánh sáng, độ rung, sai số trong quá trình lắp đặt camera:**

Cho điểm $M(x,y,z)$ là một điểm trên hình mẫu cơ thể người

- Camera 1 chụp hình mặt trước cơ thể ta thu được $H_{1\epsilon}(x + \epsilon_1, z + \epsilon_2)$
- Camera 2 chụp hình mặt bên hông cơ thể ta thu được $H_{2\epsilon}(y + \epsilon_3, z + \epsilon_4)$

Với $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$ là điểm nhiễu

Đặt tọa độ của $H_{1\epsilon}$ và $H_{2\epsilon}$ theo cơ sở chính tắc của \mathbb{R}^2 lần lượt là

$$[H_{1\epsilon}]_{\mathbb{R}^2} = \begin{pmatrix} x + \epsilon_1 \\ z + \epsilon_2 \end{pmatrix} \quad \text{và} \quad [H_{2\epsilon}]_{\mathbb{R}^2} = \begin{pmatrix} y + \epsilon_3 \\ z + \epsilon_4 \end{pmatrix} \quad ; (7)$$

Áp dụng phép biến đổi như trong mục a của trường hợp 1, ta có

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} [H_{1\varepsilon}]_{R^2} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x + \varepsilon_1 \\ z + \varepsilon_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x + \varepsilon_1 \\ 0 \\ \frac{z + \varepsilon_2}{2} \end{pmatrix} \equiv [H'_{1\varepsilon}] \quad ; (8)$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} [H_{2\varepsilon}]_{R^2} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y + \varepsilon_3 \\ z + \varepsilon_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ y + \varepsilon_3 \\ \frac{z + \varepsilon_4}{2} \end{pmatrix} \equiv [H'_{2\varepsilon}] \quad ; (9)$$

Cuối cùng ta thu được

$$[H'_{1\varepsilon}] + [H'_{2\varepsilon}] = \begin{pmatrix} x + \varepsilon_1 \\ 0 \\ \frac{z + \varepsilon_2}{2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ y + \varepsilon_3 \\ \frac{z + \varepsilon_4}{2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x + \varepsilon_1 \\ y + \varepsilon_3 \\ z + \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_4}{2} \end{pmatrix} \equiv [M_\varepsilon]_{R^3} \quad ; (10)$$

Tức là tọa độ mà ta thu được sẽ là

$$M_\varepsilon \left(x + \varepsilon_1, y + \varepsilon_3, z + \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_4}{2} \right) \quad ; (11)$$

Từ đây ta cũng có thể tính được khoảng cách sai lệch giữa điểm M và M_ε là

$$\begin{aligned} d(M, M_\varepsilon) &= \sqrt{(x_M - x_{M_\varepsilon})^2 + (y_M - y_{M_\varepsilon})^2 + (z_M - z_{M_\varepsilon})^2} \\ &= \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_3^2 + \frac{(\varepsilon_2 + \varepsilon_4)^2}{4}} \quad ; (12) \end{aligned}$$

***Vậy ta đã xây dựng được phép biến đổi T biến 2 điểm trong R^2 thành 1 điểm trong**

R^3 như sau :

$$T(H_1, H_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} [H_1]_{R^2} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} [H_2]_{R^2} = [M]_{R^3} \quad ; (13)$$

Ngoài ra ta có phép biến đổi ngược là T^{-1} như sau

$$T^{-1}(M) = \left(\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} [M]_{R^3}, \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} [M]_{R^3} \right) = ([H_1]_{R^2}, [H_2]_{R^2}) \quad ; (14)$$

2.2 Thuật toán tính kích thước cơ thể

- Tính khoảng cách giữa 2 điểm

Chúng ta chỉ cần tính độ cao hoặc độ rộng giữa 2 điểm

$$kc = |y_2 - y_1| \quad \text{hoặc} \quad kc = |x_2 - x_1| \quad ; (15)$$

(Với kc : khoảng cách)

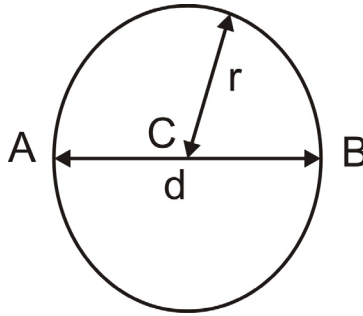
- Chiều dài đoạn thẳng

Dùng công thức tính chiều dài giữa 2 điểm

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad ; (16)$$

(Với d : chiều dài)

- Tính chu vi đường tròn (hình 3)



Hình 3. Hình tròn.

Qua hệ camera ta có tọa độ điểm A là (x_A, y_A, z_A) và B là (x_B, y_B, z_B) , d là đường kính hình tròn

Chu vi đường tròn tính bởi công thức

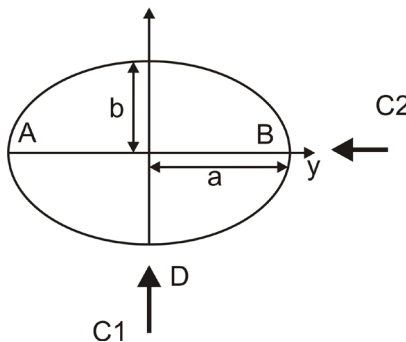
$$C = \pi d(A, B) = \pi \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2 + (z_A - z_B)^2} \quad ; (17)$$

Do hệ camera đồng phẳng nên $z_A = z_B$.

Vậy

$$C = \pi \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2} \quad ; (18)$$

- Tính chu vi ellip (hình 4)



Hình 4. Hình ellip chụp từ 2 camera đồng phẳng.

Qua hệ camera ta có tọa độ B là (x_B, y_B, z_B) và D là (x_D, y_D, z_D)

Công thức tính chu vi elip cho bởi

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad ; (19)$$

$$C(a,b) = \pi(a+b) \left(1 + \frac{3h}{10 + \sqrt{4-3h}} \right) \quad ; (20)$$

Với $h = \frac{a-b}{(a+b)^2}$

Hay

$$C(a,b) = \pi(a+b) \left(1 + \frac{3 \frac{a-b}{(a+b)^2}}{10 + \sqrt{4-3 \frac{a-b}{(a+b)^2}}} \right) \quad ; (21)$$

Theo hình vẽ trên thì $\begin{cases} a = |x_D| \\ b = |y_B| \end{cases}$

Vậy theo công thức ta có

$$C(|x_D|, |y_B|) = \pi(|y_B| + |x_D|) \left(1 - \frac{3(|y_B| - |x_D|)}{\left(\sqrt{3 \frac{|y_B| - |x_D|}{(|y_B| + |x_D|)^2} + 4 + 10} \right) (|y_B| + |x_D|)^2} \right) \quad ; (22)$$

III. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

- Mỗi kích thước đo được tiến hành đo lặp lại 10 lần. Giá trị của mỗi kích thước đo là giá trị trung bình cộng của trị số các lần đo.
- Các kích thước chiều cao đứng gồm: *cao đứng, cao góc cổ vai, cao móm cùng vai, cao eo, cao nếp lằn mông, cao đầu gối, rộng ngực, rộng lưng* được tính theo công thức (15); Các kích thước chiều dài gồm *dài khủy tay, dài tay, dài nách trước, dài ngực, dài eo trước, dài nách sau, dài eo sau, dài chân đo bên ngoài, dài đùi, dài chân đo bên trong, rộng vai* được tính theo công thức (16) ; Các kích thước vòng tương ứng hình tròn gồm *vòng bắp tay* được tính theo công thức (18) ; Các kích thước vòng tương ứng hình ellip gồm *vòng đầu, vòng cổ, vòng ngực ngang nách, vòng ngực lớn nhất, vòng bụng, vòng mông, vòng gối, vòng bắp chân, vòng cổ chân, vòng nách, vòng khuỷu tay, vòng cổ tay, vòng đùi* được tính theo công thức (22).
- Đã tiến hành đánh giá sự sai lệch kích thước tính toán theo nghiên cứu và kích thước đo trực tiếp bằng tay có sai số trong khoảng $0 \div 2\text{cm}$.

IV. KẾT LUẬN

- Đã tiến hành nghiên cứu xây dựng thuật toán biến đổi 2 điểm từ không gian 2 chiều thành 1 điểm trong không gian 3 chiều.
- Đã nghiên cứu xác định các công thức tính kích thước chiều cao, chiều dài và kích

thước vòng ; Đã tính được 33 kích thước với sai lệch so với phương pháp đo trực tiếp khoảng $0 \div 2\text{cm}$, có thể ứng dụng được trong nhân trắc học ngành may.

- Kết quả nghiên cứu này là cơ sở cho hướng nghiên cứu tiếp theo về mô hình hóa cơ thể người theo kỹ thuật thiết kế ngược (Reverse Engineering).

- TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Thị Ngọc Quyên, Huỳnh Văn Trí, *Nghiên cứu trích xuất mốc đo trên cơ thể người từ ảnh 2D cho nhân trắc học ngành may*, Đại học Kỹ Thuật Công Nghệ TP.HCM, Đại Học Công Nghiệp, 2013.
- [2] J.Fan, W.Yu and L.Hunter, *Clothing appearance and fit : Science and technology*, The textile Institute, 2004.
- [3] Nadia Magnenat – Thalmann, *Modeling and Simulating Bodies and garments*, Springe, 2010.
- [4] Patrick Chi-Yuen Hung, Channa P.Witana and Ravindra S.Goonetilleke, *Anthropometric Measurements from Photographic images*, Human Performance Laboratory, department of Industrial Engineering and Enginee Management, Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Hong Kong, 2004.
- [5] Charlie C.L.Wang, Yu Wang, Terry K.K.Chang, Matthew M.F.Yuen, *Virtual human modeling from photographs for garment industry*, Department of Mechanical Engineering, Hong Kong University of Science and Technology, Elsevier, 2007.
- [6] Yueh-Ling Lin, Mao- Jiun J.Wang; *Automated body feature extraction from 2D images*; Department of industrial engineering and engineering management, National Tsing Hua University, Taiwan, Elsevier, 2011.