

Thiết kế và chế tạo hệ thống cấp mũ giày chính xác cho máy in lụa trong công nghiệp giày

- **Bùi Trọng Hiếu**
- **Phùng Thanh Huy**

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 31 tháng 10 năm 2014, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 09 tháng 02 năm 2015)

•

TÓM TẮT:

Công đoạn cấp mũ giày cho máy in lụa tự động để in các vạch nhấn lên mũ giày đang tồn tại các vấn đề sau: thứ nhất, việc định vị mũ giày lên băng tải của máy in lụa được thực hiện bằng tay, chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của công nhân. Vì vậy, làm giảm năng suất và tăng chi phí của sản phẩm; thứ hai, có sai lệch vị trí của các vạch nhấn trên mũ giày sau khi in (sai lệch hiện tại là ± 1 mm) nên ảnh hưởng đến công đoạn tiếp theo là may đường viền trang trí lên các vạch nhấn này. Hiện nay, các công ty sản xuất giày ở Việt Nam mong muốn giải quyết các vấn đề trên, nhưng cho đến nay, ngoài việc giải quyết thủ công thì chưa có phương án sử dụng robot khả thi nào được đưa ra. Bài báo này giới thiệu một phương án cấp mũ giày chính xác cho máy in lụa 6 trạm dùng robot và kỹ thuật xử lý ảnh. Một camera được sử dụng để chụp ảnh của mũ giày.

Từ khóa: mũ giày, vạch nhấn, bàn máy $X-Y-\theta$.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, trên thị trường có nhiều loại giày thể thao được trang trí bằng cách in các vạch nhấn song song lên mũ giày bởi máy in lụa tự động.

Ảnh này được chuyển sang ảnh nhị phân dùng cho việc xử lý ảnh để tính toán các sai lệch vị trí theo các phương X, Y và sai lệch góc xoay θ của mũ giày. Một thuật toán dùng để tính toán các sai lệch nêu trên được đề xuất trong bài báo này. Mũ giày được đặt trên bàn máy điều chỉnh vị trí $X-Y-\theta$. Bàn máy $X-Y-\theta$ có thể tịnh tiến theo các phương X, Y và xoay góc θ , được điều khiển bởi ba động cơ. Nhiệm vụ của bàn máy là điều chỉnh chính xác vị trí của mũ giày bằng cách so sánh vị trí hiện tại với vị trí chuẩn của nó đã được lưu trong máy tính trước đó. Tính hiệu quả của thuật toán cũng như độ chính xác của phần xử lý ảnh và của hệ thống cơ khí đã được chứng minh qua các kết quả thực nghiệm trên hệ thống thực tế.

Theo kết quả khảo sát, hầu hết các công ty sản xuất giày ở Việt Nam đều sử dụng hình thức cấp mũ giày bằng tay cho máy in lụa tự động để in các vạch nhấn song song này (các vạch nhấn màu

trắng như hình 1).

Có hai loại máy in lụa tự động dùng để in các vạch nhẵn song song lên mũ giày: máy in lụa tự động dạng xoay tròn và máy in lụa dạng 6 trạm đặt dọc. Công đoạn cấp mũ giày cho hai loại máy in này đều do công nhân thực hiện bằng tay.



Hình 1. Các vạch nhẵn song song màu trắng trên mũ giày thể thao

Cho đến nay, vẫn chưa có công trình nghiên cứu trong và ngoài nước nào liên quan đến việc dùng robot cấp mũ giày chính xác cho máy in lụa tự động để tăng độ chính xác vị trí của các vạch nhẵn trên mũ giày. Việc cấp phôi do công nhân thực hiện bằng tay dựa vào các đường chuẩn là các đường kẻ dọc và ngang trên băng tải của máy in lụa. Vì vậy độ chính không cao, có sự sai lệch vị trí của các vạch nhẵn trên mũ giày sau khi in. Sai lệch hiện tại là $\pm 1\text{mm}$. Điều này ảnh hưởng lớn đến công đoạn kế tiếp là may đường viền lên các vạch nhẵn.

Bài báo này trình bày việc thiết kế, chế tạo hệ thống sử dụng robot cấp mũ giày chính xác cho máy in lụa tự động dạng 6 trạm đặt dọc dùng để in các vạch nhẵn song song lên mũ giày nhằm tăng độ chính xác vị trí của các vạch nhẵn; đồng thời giảm bớt nhân công và thời gian ở công đoạn cấp phôi, tăng hiệu quả kinh tế do giảm phế phẩm. Độ chính xác vị trí của các vạch nhẵn trên mũ giày cần đạt $\pm 0,5\text{mm}$. Kết quả nghiên cứu của bài báo này là cơ sở để thiết kế, chế tạo toàn bộ hệ thống in lụa tự động 6 trạm dùng để in các vạch nhẵn lên mũ giày cung cấp cho các công ty sản xuất giày ở Việt Nam.

2. PHƯƠNG ÁN CẤP MŨ GIÀY CHÍNH XÁC CHO MÁY IN LỤA

2.1. Thực trạng công đoạn in các vạch nhẵn lên

mũ giày

Hiện tại, ở Việt Nam, một số công ty sản xuất giày sử dụng máy in lụa tự động dạng 6 trạm đặt dọc để in các vạch nhẵn lên mũ giày. Công đoạn định vị mũ giày lên băng tải của máy in lụa do các công nhân thực hiện bằng tay. Công nhân định vị mũ giày dựa vào các đường chuẩn (dọc và ngang) đã vạch sẵn trên các tấm nhôm của băng tải như hình 2. Các tấm nhôm này có quét lớp keo mỏng để kết dính mũ giày. Sai lệch vị trí của các vạch nhẵn trên mũ giày sau khi in là $\pm 1\text{mm}$.



Hình 2. Định vị mũ giày trên băng tải của máy in lụa tự động (do công nhân thực hiện bằng tay)

Công đoạn in các vạch nhẵn lên mũ giày tại doanh nghiệp tư nhân Giày Á Châu (Asia Shoes Pte.) hoàn toàn do công nhân thực hiện bằng tay từng sản phẩm một (hình 3).



Hình 3. Công đoạn in các vạch nhẵn lên mũ giày tại doanh nghiệp tư nhân Giày Á Châu

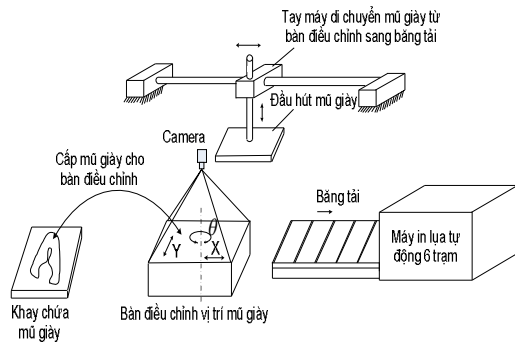
2.2. Phương án cấp mũ giày chính xác cho máy in lụa

Dùng bàn máy $X-Y-\theta$ để điều chỉnh vị trí mũ giày và tay máy để di chuyển mũ giày từ bàn máy sang băng tải của máy in lụa. Trình tự thực hiện

theo 5 bước sau:

Bước 1: Dùng cơ cấu cấp mũ giày (cấp thô) từ khay chứa sang bàn máy điều chỉnh vị trí $X-Y-\theta$. Bàn máy này có 3 bậc tự do: tịnh tiến theo hai phương X, Y và xoay quanh trục Z thẳng đứng.

Bước 2: Dùng 01 camera treo phía trên bàn máy $X-Y-\theta$ để chụp ảnh mũ giày. Sử dụng kỹ thuật xử lý ảnh xác định tâm và góc định hướng của mũ giày.



Hình 4. Phương án cấp mũ giày chính xác cho máy in lụa

Bước 3: Tính sai lệch theo hai phương X, Y và sai lệch góc xoay θ của mũ giày từ việc so sánh vị trí hiện tại với vị trí chuẩn của mũ giày đã được lưu trong máy tính trước đó.

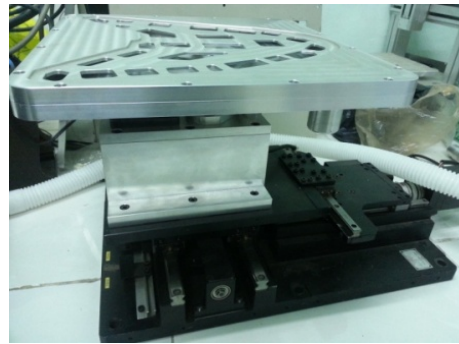
Bước 4: Điều khiển bàn máy tịnh tiến theo hai phương X, Y và xoay góc θ để khử các sai lệch vừa tính.

Bước 5: Dùng tay máy để di chuyển mũ giày (đã được điều chỉnh chính xác vị trí) từ bàn máy $X-Y-\theta$ sang băng tải của máy in lụa tự động.

3. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO BÀN MÁY ĐIỀU CHỈNH CHÍNH XÁC VỊ TRÍ MŨ GIÀY $X-Y-\theta$ VÀ MÂM HÚT ĐỊNH VỊ MŨ GIÀY

3.1. Thiết kế, chế tạo bàn máy điều chỉnh chính xác vị trí mũ giày $X-Y-\theta$

Bàn máy điều chỉnh chính xác vị trí mũ giày gồm ba bậc tự do: tịnh tiến theo hai phương X, Y trong mặt phẳng ngang và quay quanh trục Z thẳng đứng. Hai chuyển động tịnh tiến X, Y được thực hiện bởi các thanh trượt, chuyển động quay quanh trục Z nhờ bộ truyền trục vít-bánh vít. Ba động cơ bước được sử dụng để điều khiển bàn máy này. Kết cấu thật của bàn máy điều chỉnh vị trí như hình 5.



Hình 5. Bàn máy điều chỉnh vị trí $X-Y-\theta$

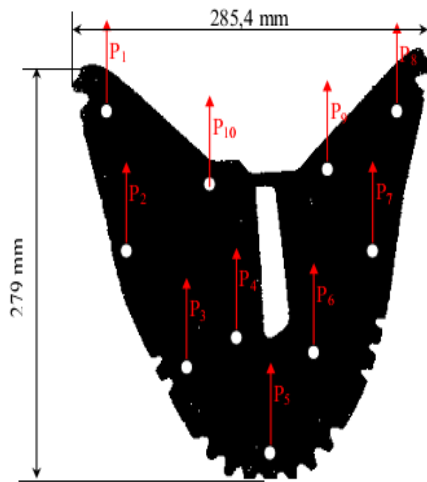
3.2. Thiết kế, chế tạo mâm hút định vị mũ giày

Mâm hút định vị mũ giày được đặt trên bàn máy điều chỉnh vị trí $X-Y-\theta$. Mâm hút có nhiệm vụ hút và giữ phẳng mũ giày. Vì vậy cần phải tính toán, chọn quạt hút thỏa mãn yêu cầu đặt ra.

Áp dụng công thức:

$$P = F \cdot p \quad (1)$$

trong đó: P là lực do quạt tác động lên mũ giày; p là áp suất của quạt hút; F là một phần diện tích của mũ giày chịu tác động của quạt hút. Đây chính là diện tích của các cửa hút trên mặt của mâm hút, diện tích này khoảng $500 \div 1350 \text{ mm}^2$, chọn $F=800 \text{ mm}^2$. Căn cứ vào kích thước, hình dạng của mũ giày và để đảm bảo lực tác dụng lên mũ giày ở tại mỗi điểm đặt lực là như nhau; phôi luôn được giữ chặt; phẳng trong suốt quá trình điều chỉnh vị trí thì cần phải có ít nhất 10 điểm có lực tác dụng lên phôi (kết quả nhận được từ thử nghiệm).



Hình 6. Kích thước mũ giày

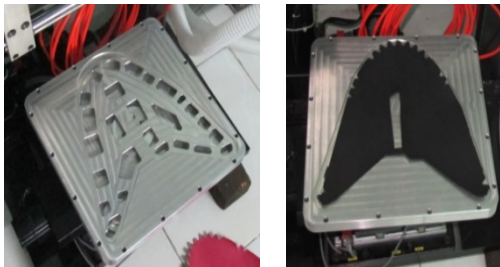
Do vậy:

$$P = 10 \cdot g \cdot m_{\text{phôi}} = 2,821356 \text{ (N)} \quad (2)$$

Suy ra:

$$p = \frac{P}{F} = 3526,7 \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (3)$$

Chọn quạt hút có $p = 3290 \text{ N/m}^2$, ký hiệu VFC308A do Công ty FUJI của Nhật sản xuất.



Hình 7. Mâm hút định vị mũ giày

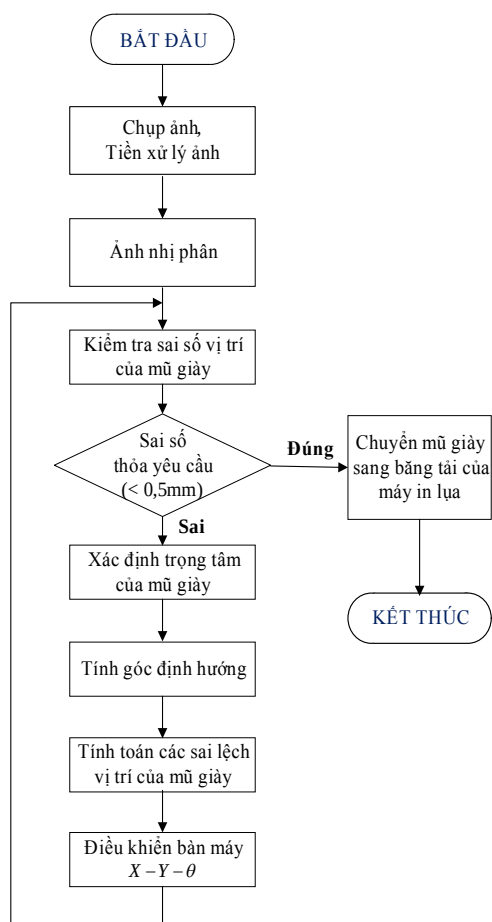
4. XỬ LÝ ẢNH MŨ GIÀY. TÍNH TOÁN SAI SỐ VỊ TRÍ CỦA MŨ GIÀY

4.1. Giải thuật, chương trình xử lý ảnh mũ giày

Lưu đồ giải thuật như hình 8. Camera chụp ảnh mũ giày và xử lý nhiễu, sau đó chuyển sang ảnh nhị phân. Kiểm tra sai số của mũ giày hiện tại, nếu sai

số nhỏ hơn 0,5 mm thì chuyển mũ giày sang băng tải của máy in lụa, kết thúc quá trình; nếu sai số lớn hơn 0,5mm thì tiến hành tìm trọng tâm và góc định hướng của mũ giày để tính các sai lệch vị trí của mũ giày. Từ đó tiến hành điều khiển bàn máy $X-Y-\theta$ để đưa các sai lệch này về không. Bước tiếp theo là kiểm tra sai số vị trí của mũ giày xem có thỏa yêu cầu ($< 0,5\text{mm}$) không. Quá trình sẽ lặp lại các bước nêu trên. Sai số được tính toán bằng phương pháp chồng hình ảnh của mũ giày với mũ giày chuẩn để so sánh độ trùng khít.

Để điều khiển chính xác vị trí của mũ giày dùng kỹ thuật xử lý ảnh thì phải chú ý đến nhiều gây ra bởi sự không ổn định của nguồn sáng và giá trị độ xám tùy thuộc vào vị trí của khung hình bắt ảnh. Vì vậy, không những cần phần cứng đáng tin cậy cho camera, nguồn sáng và card hình ảnh mà còn phải phát triển các thuật toán thời gian thực để đảm bảo việc xác định chính xác các đặc trưng hình học của tiết diện ngang (tiết diện mũ giày được chụp trên ảnh), nghĩa là phải điều chỉnh sai lệch vị trí của mũ giày bằng cách điều khiển vị trí các bàn máy $X-Y-\theta$ trong thời gian thực. Bộ điều khiển nhận tín hiệu từ bộ điều khiển PC-based (bộ điều khiển chính) lái các động cơ dịch chuyển các bàn máy $X-Y-\theta$ để khử các sai lệch vị trí của mũ giày.



Hình 8. Lưu đồ giải thuật



Hình 9. Ảnh nhị phân của mũ giày

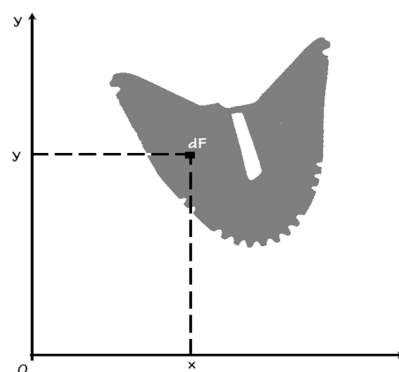
4.1.1. Các đặc trưng hình học của mũ giày

Trong thuật toán xác định sai lệch vị trí của mũ giày, mục tiêu đặt ra là xác định được các sai lệch vị trí của mũ giày hiện tại so với mũ giày chuẩn đã lưu trong máy tính, bao gồm:

- Sai lệch tịnh tiến Δx theo phương ngang (phương dịch chuyển trái - phải).
- Sai lệch tịnh tiến Δy theo phương tới - lui.
- Sai lệch góc xoay θ .

Để thực hiện điều đó, hai đặc trưng hình học của tiết diện ngang được áp dụng lên ảnh chụp là Tâm và Góc định hướng. Khi đó, mỗi ảnh chụp được xác định là $\xi = (x_C, y_C, \alpha)^T$, trong đó $C(x_C, y_C)$ là tâm và α là góc định hướng của hình ảnh mũ giày được chụp.

Tâm của mũ giày:



Hình 10. Xác định đặc trưng hình học của tiết diện phẳng mũ giày

Tâm của tiết diện phẳng mũ giày được xác định bởi công thức ^[1]:

$$\begin{cases} x_C = \frac{1}{F} \int_F x dF \\ y_C = \frac{1}{F} \int_F y dF \end{cases} \quad (4)$$

Trong trường hợp rời rạc:

$$\begin{cases} x_C = \frac{1}{F} \sum_k x_k F_k \\ y_C = \frac{1}{F} \sum_k y_k F_k \end{cases} \quad (5)$$

trong đó, F_k là diện tích nguyên tố tại và vị trí $(x_k, y_k)^T$ và $F = \sum F_k$.

Đối với ảnh nhị phân của mũ giày đang xét, ảnh được chia nhỏ thành các điểm ảnh (pixel). Như vậy, có thể coi sự phân bố các pixel qua hàm ảnh như sau [3]:

$$F(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{background} \\ 1 & \text{foreground} \end{cases} \quad (6)$$

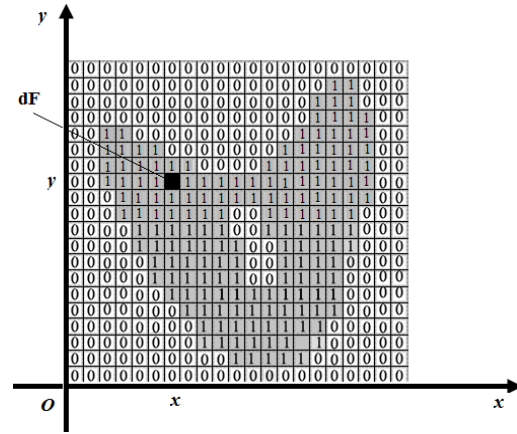
Nghĩa là tại mỗi vị trí điểm ảnh (x, y) , $F(x, y) = 1$ nếu tại đó là nền đen (foreground – điểm thuộc ảnh của mũ giày) và $F(x, y) = 0$ nếu đó là nền trắng (background – điểm không thuộc ảnh của mũ giày). Có thể coi diện tích nguyên tố chính là giá trị của pixel. Nếu kích thước ảnh chụp là $m \times n$ thì diện tích của toàn bộ phần mũ giày chụp trên ảnh là

$$F = \sum_{\forall (x, y)} F(x, y)$$

Khi đó với mọi

$\xi = (x_C, y_C, \alpha)^T$ được chụp, có thể xác định:

$$\begin{cases} x_C = \frac{1}{F} \sum_{x=1}^n F(x, y) \cdot x \\ y_C = \frac{1}{F} \sum_{y=1}^m F(x, y) \cdot y \end{cases} \quad (7)$$



Hình 11. Xác định đặc trưng hình học của mũ giày được chụp lại trên ảnh nhị phân

Hệ trục chính trung tâm và góc định hướng:

Hệ trục được gọi là hệ trục quán tính chính trung tâm nếu:

(1) Moment quán tính ly tâm của tiết diện ngang đối với hệ trục bằng 0.

(2) Góc tọa độ trùng với tâm của tiết diện.

Xét hệ trục tọa độ $G(Oxy)$, moment quán tính ly tâm của tiết diện phẳng đối với hệ trục tọa độ được xác định bởi^[1]:

$$J_{xy} = \int_F xy dF \quad (8)$$

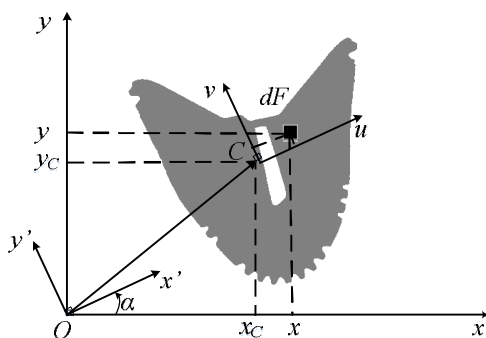
Rời rạc hóa và ứng dụng cho ảnh nhị phân để xác định moment quán tính của mũ giày chụp trên ảnh đối với hệ trục tọa độ ảnh:

$$J_{xy} = \sum_{1 \leq x \leq n, 1 \leq y \leq m} xy F(x, y) \quad (9)$$

trong đó: $m \times n$ là kích thước ảnh nhị phân.

Giả sử hệ trục tọa độ $R(Cuv)$ là hệ trục quán tính ly tâm của ảnh chụp mũ giày, với C là tâm của ảnh chụp và khi đó momen quán tính ly tâm của tiết diện phẳng đối với hệ trục $J_{uv} = 0$. R đạt được khi

quay O một góc α chiều lượng giác quanh O , sau đó tịnh tiến từ O về C . Lúc đó α gọi là góc định hướng của tiết diện phẳng.



Hình 12. Hệ trục quán tính chính trung tâm

Ở đây, mục tiêu chính là xác định góc định hướng α .

Xét một điểm có tọa độ $(x,y)^T$ trong G và $(u,v)^T$ trong R , khi đó mối quan hệ thiết lập được:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_C \\ y_C \end{pmatrix} \quad (10)$$

$$\Rightarrow \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x - x_C \\ y - y_C \end{pmatrix}$$

Khi đó:

$$\begin{aligned} J_{uv} &= \int_F u v dF = \int_F [((x - x_C) \cos \alpha - (y - y_C) \sin \alpha) \\ &\quad ((x - x_C) \sin \alpha + (y - y_C) \cos \alpha)] dF \\ &= \int_F [(y - y_C)^2 - (x - x_C)^2 \sin \alpha \cos \alpha \\ &\quad + (x - x_C)(y - y_C)(\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)] dF \end{aligned} \quad (11)$$

Do dF là diện tích phân tố nên có thể rời rạc hóa:

$$\begin{aligned} J_{uv} &= \left(\sum_{1 \leq y \leq m} (y_k - y_C)^2 F_k - \sum_{1 \leq x \leq n} (x_k - x_C)^2 F_k \right) \frac{\sin 2\alpha}{2} \\ &\quad + \left(\sum_{1 \leq x \leq n, 1 \leq y \leq m} (y - y_C)(x - x_C) F_k \right) \cos 2\alpha \end{aligned} \quad (12)$$

$$\Rightarrow J_{uv} = 0 \quad (13)$$

Sử dụng các giá trị đã rời rạc ở công thức trên để tìm góc định hướng cho mũ giày:

$$\alpha = \frac{1}{2} \operatorname{atan} \left(\frac{-2 \left(\sum_{1 \leq x \leq n, 1 \leq y \leq m} (y - y_C)(x - x_C) F_k \right)}{\left(\sum_{1 \leq y \leq m} (y - y_C)^2 F_k - \sum_{1 \leq x \leq n} (x - x_C)^2 F_k \right)} \right) \quad (14)$$

4.1.2. Biểu diễn dưới dạng moment thống kê

Trong một không gian hai chiều theo hai biến x, y có phân phối rời rạc $F(x,y)$, moment thống kê^[2]:

$$m_{p,q} = \sum_{(x,y) \in \mathfrak{R}} F(x,y) x^p y^q \quad (15)$$

Với (p,q) là bậc của moment, $\mathfrak{R}$ là toàn bộ không gian chứa hai biến.

Moment trung tâm^[2]:

$$\mu_{p,q} = \sum_{(x,y) \in \mathfrak{R}} F(x,y) (x - x_C)^p (y - y_C)^q \quad (16)$$

Khi đó, chuyển các công thức tính về dạng moment như sau:

+ Vị trí trọng tâm:

$$\begin{cases} x_C = \frac{m_{1,0}}{m_{0,0}} \\ y_C = \frac{m_{0,1}}{m_{0,0}} \end{cases} \quad (17)$$

+ Góc hợp bởi trục chính dài nhất và trục Ox :

$$\alpha = \frac{1}{2} \operatorname{atan} \left(\frac{2\mu_{1,1}}{\mu_{2,0} - \mu_{0,2}} \right) \quad (18)$$

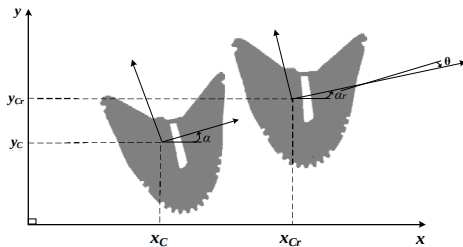
4.2. Tính toán sai lệch vị trí của mũ giày

4.2.1. Sử dụng các đặc trưng hình học để xác định các sai lệch vị trí của mũ giày

Sau khi có vị trí tâm và góc định hướng của mũ giày, so sánh với vị trí tâm và góc định hướng của mũ giày chuẩn. Xét ảnh mũ giày chuẩn $\xi_r = (x_{Cr}, y_{Cr}, \alpha_r)^T$ và ảnh mũ giày hiện tại $\xi = (x_C, y_C, \alpha)^T$:

$$\begin{aligned} \text{+ Sai lệch tịnh tiến:} \quad & \begin{cases} \Delta x = x_{Cr} - x_C \\ \Delta y = y_{Cr} - y_C \end{cases} \end{aligned} \quad (19)$$

$$\text{+ Sai lệch góc: } \theta = \alpha_r - \alpha \quad (20)$$



Hình 13. Tính toán sai lệch vị trí của mũ giày

4.2.2. Điều khiển bàn máy $X-Y-\theta$

Sau khi có các sai lệch vị trí của mũ giày, tiến hành điều khiển bàn máy $X-Y-\theta$ bằng số xung tương ứng:

+ Tịnh tiến theo phương x:

$$n_x = \left\lceil \frac{|\Delta x|}{l_x} \right\rceil \text{ xung} \quad (21)$$

l_x là bước nguyên tố của động cơ.

+ Tịnh tiến theo phương y:

$$n_y = \left\lceil \frac{|\Delta y|}{l_y} \right\rceil \text{ xung} \quad (22)$$

l_y là bước nguyên tố của động cơ.

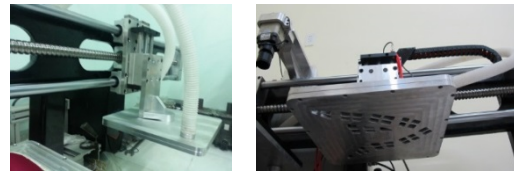
+ Quay quanh tâm:

$$n_\theta = \left\lceil \frac{|\theta|}{\varphi_0} \right\rceil \text{ xung} \quad (23)$$

φ_0 là góc quay nguyên tố của động cơ.

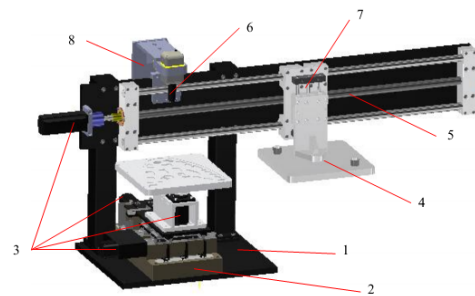
5. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO TAY MÁY CẤP MŨ GIÀY CHÍNH XÁC TỪ BÀN MÁY ĐIỀU CHỈNH VỊ TRÍ $X-Y-\theta$ SANG BĂNG TẢI CỦA MÁY IN LỤA

Tay máy sử dụng trục vít me bi được điều khiển bởi động cơ AC servo, có nhiệm vụ di chuyển mũ giày đã được điều chỉnh chính xác vị trí (trên bàn máy $X-Y-\theta$) sang băng tải của máy in lụa.



Hình 14. Đầu hút mũ giày

Đầu hút mũ giày lắp trên tay máy có nhiệm vụ hút và giữ mũ giày trong quá trình di chuyển. Đầu hút nâng-hạ nhờ xi lanh khí nén, có độ ổn định cao khi hoạt động liên tục, có khả năng dập tắt được dao động phát sinh trong quá trình làm việc và có kết cấu phù hợp để lắp ghép các bộ phận của máy. Tính toán trục vít me bi dựa theo tài liệu [4].



Hình 15. Mô hình 3D của hệ thống cấp mũ giày chính xác cho máy in lụa

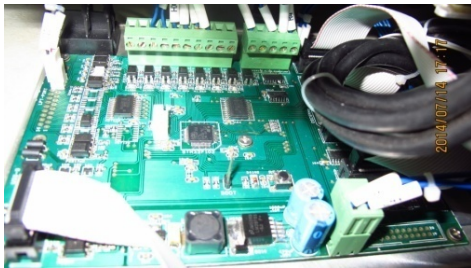
1. Thân máy 2. Bàn máy điều chỉnh vị trí
3. Động cơ 4. Đầu hút mũ giày
5. Vítme 6. Camera
7. Xilanh khí nén 8. Giá lắp camera

6. THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Hệ thống cấp mũ giày đã được chạy thử nghiệm nhiều lần với nhiều màu sắc của mũ giày. Số lượng mũ giày chạy thử nghiệm là 450 mũ giày với 03 màu sắc: 150 mũ giày màu đen, 150 mũ giày màu hồng và 150 mũ giày màu nâu.



Hình 16. Hệ thống cấp mũ giày chính xác

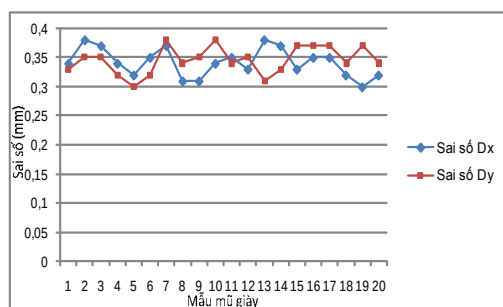


Hình 17. Mạch điều khiển thực tế

Kết quả sai lệch vị trí của một số mũ giày đo được như bảng 1. Biểu đồ phân bố sai số vị trí của các mũ giày thử nghiệm như hình 18.

Bảng 1. Sai số vị trí của mũ giày thử nghiệm

Mũ giày màu đen		
Sai số (mm)	$\Delta x: 0,34$ $\Delta y: 0,37$	$\Delta x: 0,38$ $\Delta y: 0,32$
Mũ giày màu hồng		
Sai số (mm)	$\Delta x: 0,36$ $\Delta y: 0,35$	$\Delta x: 0,37$ $\Delta y: 0,33$
Mũ giày màu nâu		
Sai số (mm)	$\Delta x: 0,34$ $\Delta y: 0,34$	$\Delta x: 0,38$ $\Delta y: 0,35$



Hình 18. Biểu đồ phân bố sai số vị trí của mũ giày

Nhận xét kết quả thử nghiệm:

- Kết cấu cơ khí của hệ thống cấp mũ giày: đảm bảo độ cứng vững, hoạt động ổn định, đạt độ chính xác theo yêu cầu.
- Mạch điều khiển, camera và phần mềm xử lý ảnh: hoạt động ổn định.
- Sai số vị trí đo được của tất cả các mũ giày thử

nghiệm: $< 0,4\text{mm}$ (khoảng $0,3\text{mm} - 0,38\text{mm}$).

7. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày kết quả thiết kế và chế tạo hệ thống cấp mũ giày chính xác cho máy in lụa tự động dạng 6 trạm đặt dọc dùng để in các vạch nhân song song lên mũ giày nhằm tăng độ chính xác vị trí của các vạch nhân. Kết quả thử nghiệm cho thấy độ chính xác vị trí của mũ giày nhỏ hơn $\pm 0,4\text{mm}$; kết cấu cơ khí đảm bảo độ cứng vững, ổn định; mạch điều khiển hoạt động ổn định; đáp ứng thời gian thực. Kết quả nghiên cứu của bài báo là cơ sở để thiết kế, chế tạo toàn bộ hệ thống in lụa tự động 6 trạm dùng để in các vạch nhân lên mũ giày cung cấp cho các Công ty sản xuất giày ở Việt Nam.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện nhờ nguồn kinh phí từ Sở Khoa học & Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

Design and fabrication of precise shoe-upper feeder system for screen printing machine in shoe industry

- Trong Hieu Bui
- Thanh Huy Phung

Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM_ hieubt@hcmut.edu.vn

ABSTRACT:

The feeding stage of sport shoe-upper for automatic screen printing machine for printing press-segments on shoe-upper exists the

following issues: Firstly, the locating shoe-uppers on the conveyor of screen printing machine is made by hand and based on the experience of

workers. So, this reduces productivity and increases the cost of the product. Secondly, there are deviations of the press-segments on shoe-upper after printing (the current deviation is ± 1 mm). So, these are affected to the next stage of sewing contour lines on the shoe-upper. Currently, the shoe manufacturing company in Vietnam wish solve these problems, but so far, in addition to resolve manually there is no feasible method has been given.

In this paper, a precise position control of shoe-upper for screen printing machine using image processing techniques is introduced. A camera is used to capture the image of shoe-upper. The binary image of shoe-upper is used for

image processing to recognize the position errors in directions of X , Y and θ coordinates. A new algorithm to calculate the position errors of shoe-upper is proposed in this paper. The shoe-upper is locating on $X-Y-\theta$ tables which can move X , Y directions and rotating θ angle. These tables are controlled by three servo motors. The mission of $X-Y-\theta$ tables are adjustable positioning accuracy of the shoes-upper by comparing the current position with its standard position that has been previously stored in the computer. The effectiveness of the calculation algorithm of shoe-upper errors and the high accuracy of image processing and mechanical system are proven through experimental results.

Key words: shoe-upper, press-segment, $X-Y-\theta$ tables.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Dietmar Gross et al., *Engineering Mechanics*, Vol 1-2, Springer (2009).
- [2] Roy R. Craig, *Mechanics of Materials*, 2nd Edition, Wiley (1990).
- [3] Wilhelm Burger and Mark J. Burge, *Principle of Digital Image Processing*, Springer, 2009.
- [4] Nguyễn Hữu Lộc, *Cơ sở thiết kế máy*, NXB Đại học Quốc gia Tp. HCM (2013).