

XÂY DỰNG ĐƯỜNG MÚT TRONG SƠ ĐỒ SẮP XẾP CHI TIẾT CẮT TỪ VẬT LIỆU DẠNG TẮM TRONG NGÀNH GIÀY DÉP

Trần Đăng Bồng, Phạm Ngọc Tuấn, Trần Đại Nguyên, Hồ Minh Tuấn
Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

TÓM TẮT: Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu phương pháp xây dựng đường mút là quỹ tích những điểm cực của các chi tiết trong sơ đồ sắp xếp khi cắt từ vật liệu dạng tấm. Trên cơ sở nghiên cứu này, các mô hình toán học, các giải thuật, các phần mềm cho máy tính được xây dựng để giải bài toán tối ưu sơ đồ cắt chi tiết từ vật liệu tấm đồng thời góp phần tự động hóa quy trình gia công cắt chi tiết với mục tiêu tiết kiệm vật liệu và nâng cao năng suất cắt vật liệu trong sản xuất giày dép.

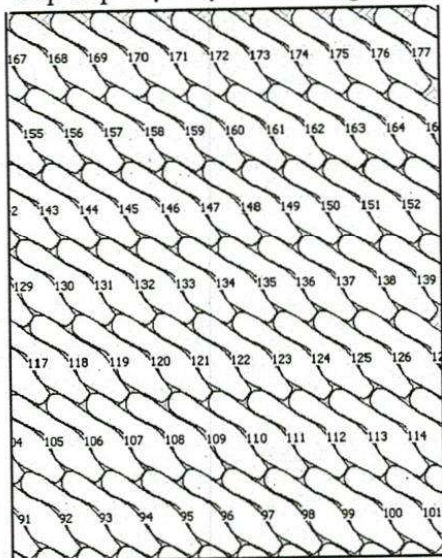
Từ khóa: tối ưu hóa sơ đồ sắp xếp, cắt vật liệu dạng tấm, giày dép, sơ đồ cắt tối ưu, tiết kiệm thời gian, tiết kiệm vật liệu, nâng cao năng suất lao động, sắp xếp tối ưu, phần mềm tối ưu sơ đồ cắt

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

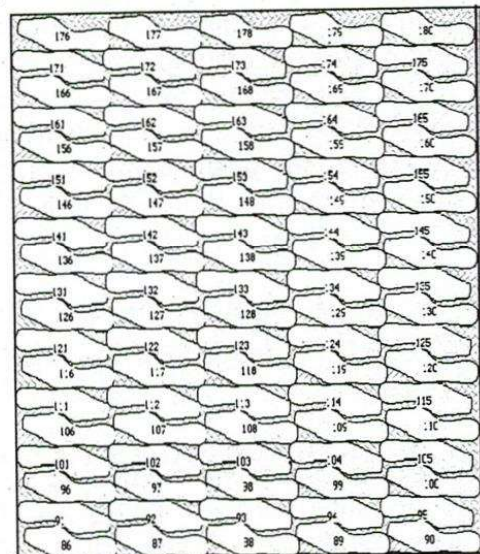
Trong gia công cắt chi tiết từ vật liệu dạng tấm trong các ngành công nghiệp, sơ đồ sắp xếp các chi tiết theo hệ tịnh tiến song song được áp dụng phổ biến. Thực tế cho thấy các phương án sắp xếp các chi tiết cắt theo hệ tịnh tiến song song mang lại hệ số sử dụng vật liệu cao, đồng thời cũng dễ dàng tự động hóa quy trình gia công cắt chi tiết.

Phụ thuộc vào yêu cầu của chi tiết cắt và của tấm vật liệu, trong sản xuất hiện nay có hai dạng sắp xếp chi tiết trên sơ đồ cắt, đó là:

- Sắp xếp một loại chi tiết cùng chiều (hình 1).
- Sắp xếp một loại chi tiết ngược chiều (hình 2).



Hình 1. Sơ đồ sắp xếp chi tiết cùng chiều

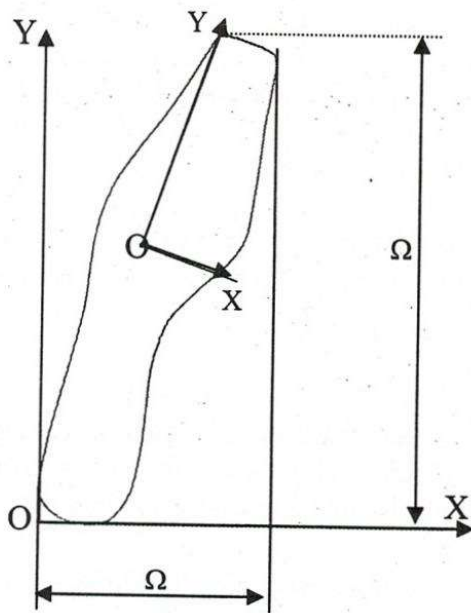


Hình 2. Sơ đồ sắp xếp chi tiết ngược chiều

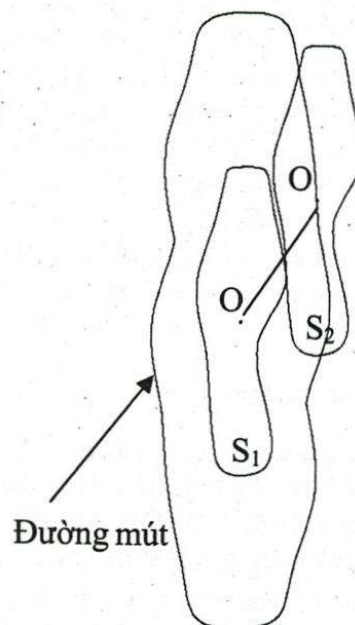
Để giải bài toán tìm phương án tối ưu cho sơ đồ sắp xếp các chi tiết khi cắt từ vật liệu tấm, trước tiên phải xác định điều kiện không giao nhau của các chi tiết trong vùng sắp xếp. Điều kiện này được đặc trưng tương ứng bằng khái niệm đường mút.

2. KHÁI NIỆM ĐƯỜNG MÚT

Chi tiết để giày S_1 có cực là O_1 và chi tiết S_2 có cực O_2 (hình 4). Hệ trục tọa độ gắn với chi tiết S_1 là $X'O_1Y'$ tại vị trí tạo góc xoay θ so với hệ trục tọa độ cố định XOY . Xét tất cả các vị trí cực O_2 của chi tiết S_2 xoay quanh chi tiết S_1 nhưng luôn luôn đảm bảo điều kiện là S_2 không giao với S_1 và khoảng cách O_1O_2 là ngắn nhất. Tập hợp các điểm cực O_2 sẽ tạo ra đường mút của S_2 quanh S_1 (hình 4).



Hình 3. Kích thước chi tiết để giày



Hình 4. Đường mút chi tiết S_2 và S_1

Điều kiện không giao nhau của các chi tiết tương ứng với điều kiện không cắt nhau của các đường biên của các chi tiết (các đường biên có thể tiếp xúc nhau). Với các chi tiết có hình dạng hình học đơn giản (như tam giác, đường tròn, chữ nhật...) thì xét điều kiện không giao nhau của chúng là đơn giản. Nhưng, với các chi tiết có hình dạng đường biên phức tạp bất kỳ trong kỹ thuật thì việc xây dựng điều kiện không giao nhau của chi tiết có phức tạp hơn nhiều. Ví dụ, điều kiện không giao nhau của hai chi tiết có đường biên là hình tròn bán kính R_1 và R_2 với thông số tâm đường tròn là X_1, Y_1 và X_2, Y_2 được thể hiện bằng bất đẳng thức:

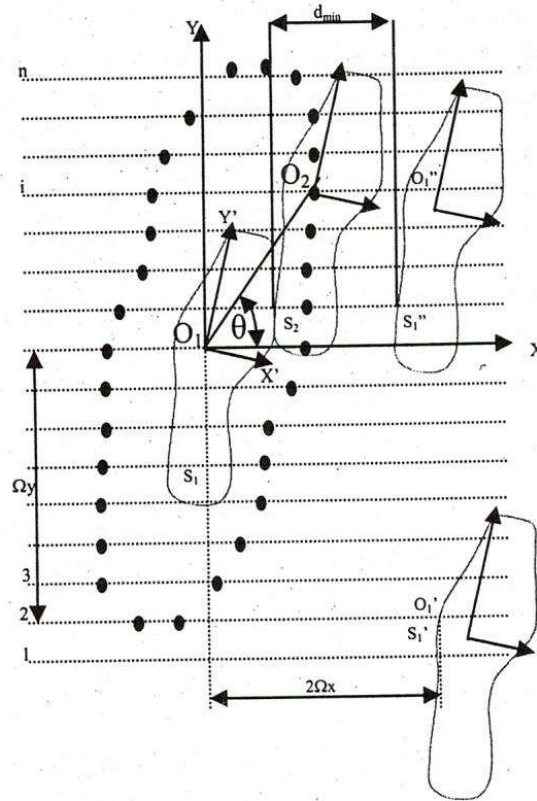
$$f_{12} = (X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 - (R_1 + R_2)^2 \geq 0 \quad (1)$$

Do vậy, có thể định nghĩa đường mút của chi tiết S_2 đối với chi tiết S_1 như sau: Đường mút là tập hợp quỹ tích các điểm cực O_2 của chi tiết S_2 khi nó quay quanh chi tiết S_1 đảm bảo điều kiện không giao nhau và có khoảng cách O_1O_2 là ngắn nhất (chi tiết S_2 luôn tiếp xúc với S_1).

3. XÂY DỰNG ĐƯỜNG MÚT CỦA HAI CHI TIẾT CÙNG CHIỀU

Việc xây dựng điều kiện không giao nhau của các chi tiết, nghĩa là, sắp xếp các cực của chúng nằm trên đường mút gắn liền với nhiều khó khăn và cần phải có các phương pháp khác nhau để xác lập điều kiện không giao nhau giữa các chi tiết. Việc chọn phương pháp xây dựng đường mút phụ thuộc vào phương pháp nào để mô tả đường biên chi tiết.

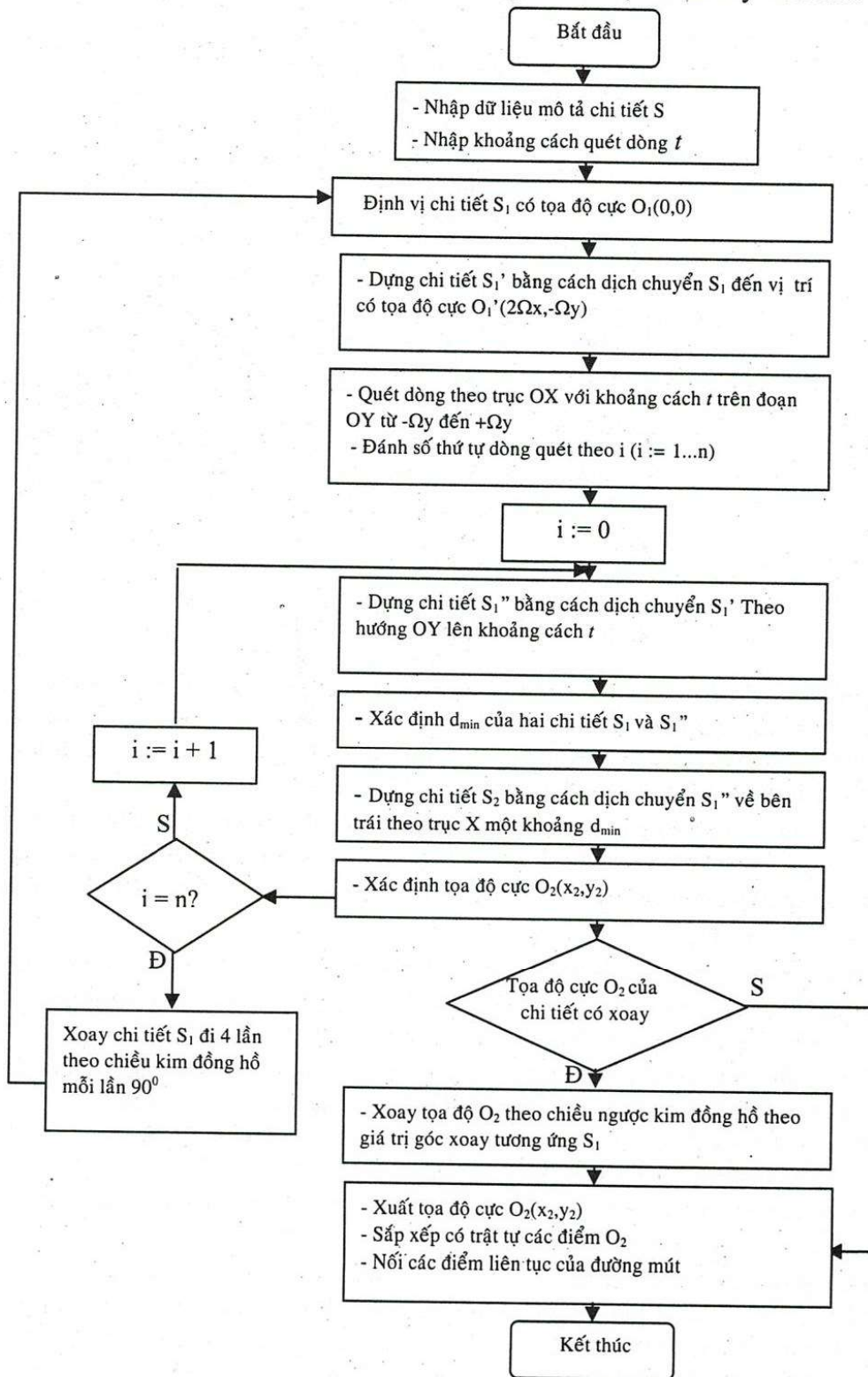
Theo [1], đường biên chi tiết được mô tả số hóa vào máy tính theo tập hợp điểm có trật tự P_1, P_2, \dots, P_n dưới dạng file số hóa. Đường mút của hai chi tiết cùng loại S_2 quanh chi tiết S_1 (hình 5) được xây dựng theo các bước sau đây:



Hình 5. Đường nét của chi tiết cùng chiều

- Định vị chi tiết S_1 có tọa độ cực O_1 trùng với tọa độ gốc của hệ trục tọa độ cố định XOY. Xác định các hoành độ X_{min} , X_{max} của các điểm ngoài cùng bên trái và bên phải và các tung độ Y_{min} , Y_{max} của các điểm thấp nhất và cao nhất của chi tiết thứ nhất (chi tiết S_1). Xác định kích thước $\Omega_x = X_{max} - X_{min}$ và $\Omega_y = Y_{max} - Y_{min}$,
- Quét dòng theo khoảng cách $\Delta\omega$ theo trục OY, xác định tọa độ giao điểm $P_i(X_i, Y_i)$ của từng dòng quét với đường biên của chi tiết S_1 ; xác định số lượng dòng quét n giao với chi tiết S_1 .
- Xây dựng trong dải cắt $Y_{min} \leq Y \leq Y_{max}$ chi tiết thứ hai (chi tiết S_2) thỏa mãn công thức:
 - $X_i^{S_2} = X_i^{S_1} + 2\Omega_x$; $Y_i^{S_2} = Y_i^{S_1} + i \cdot \Delta\omega$ (2)
- Trong trường hợp này, chi tiết S_2 đã tịnh tiến theo trục OX ra xa so với chi tiết S_1 một khoảng cách $2\Omega_x$ và rõ ràng tại vị trí này, hai chi tiết S_1 và S_2 là không giao nhau. Đây là điều kiện để kiểm tra sự không giao nhau của hai chi tiết.
- Từ các điểm tựa P_i của các chi tiết S_1 và S_2 trên các dòng quét song song với trục OX. Xác định khoảng cách d_i bao trong và khoảng cách bao ngoài D_i của hai chi tiết S_1 và S_2 . Dịch chuyển chi tiết S_2 về bên trái theo trục OX một khoảng $d = \min\{d_i\}$. Trong trường hợp này, chi tiết S_2 tiếp xúc với S_1 và khoảng cách O_1O_2 là ngắn nhất đảm bảo sự không giao nhau của hai chi tiết.
- Xét tất cả các trường hợp i từ $-n$ cho đến n . Lưu tọa độ các cực O_2 được tập hợp các điểm Q_1, Q_2, \dots, Q_k của đường nét.
- Xoay S_1 quanh cực O_1 đi một góc 90° theo chiều quay của kim đồng hồ, lặp lại các bước từ 1 đến 5 như trình bày ở trên và lưu tập hợp các điểm mới của đường nét Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_j . Quay tập hợp điểm Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_j quanh cực O_1 một góc 90° theo chiều ngược chiều quay kim đồng hồ. Sắp xếp lại trật tự các tập hợp điểm Q_1, Q_2, \dots, Q_k và Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_j được tập hợp điểm nửa đường nét Q_1, Q_2, \dots, Q_{k+j} .

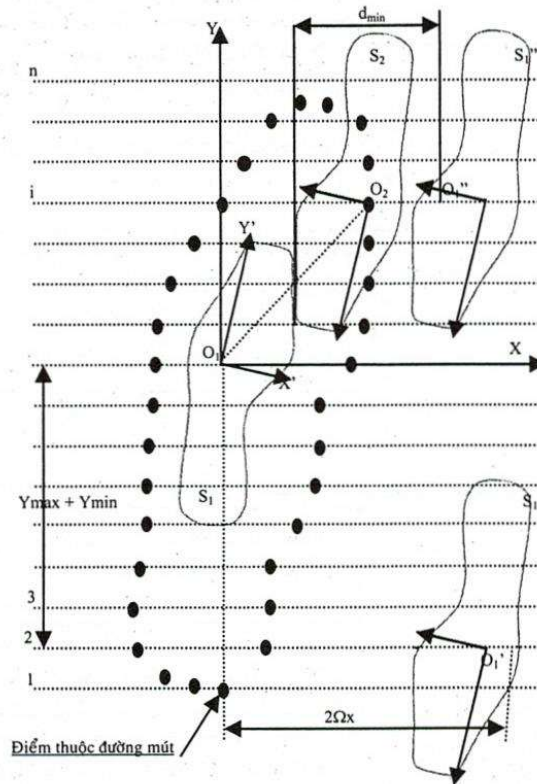
- Lấy đối xứng toàn bộ các điểm Q_1, Q_2, \dots, Q_{k+j} qua cực O_1 thu được tập hợp điểm của toàn bộ đường nút của hai chi tiết cùng loại S_2 đối với S_1 .
- Giải thuật xây dựng đường nút của hai chi tiết cùng chiều được trình bày trên hình 6.



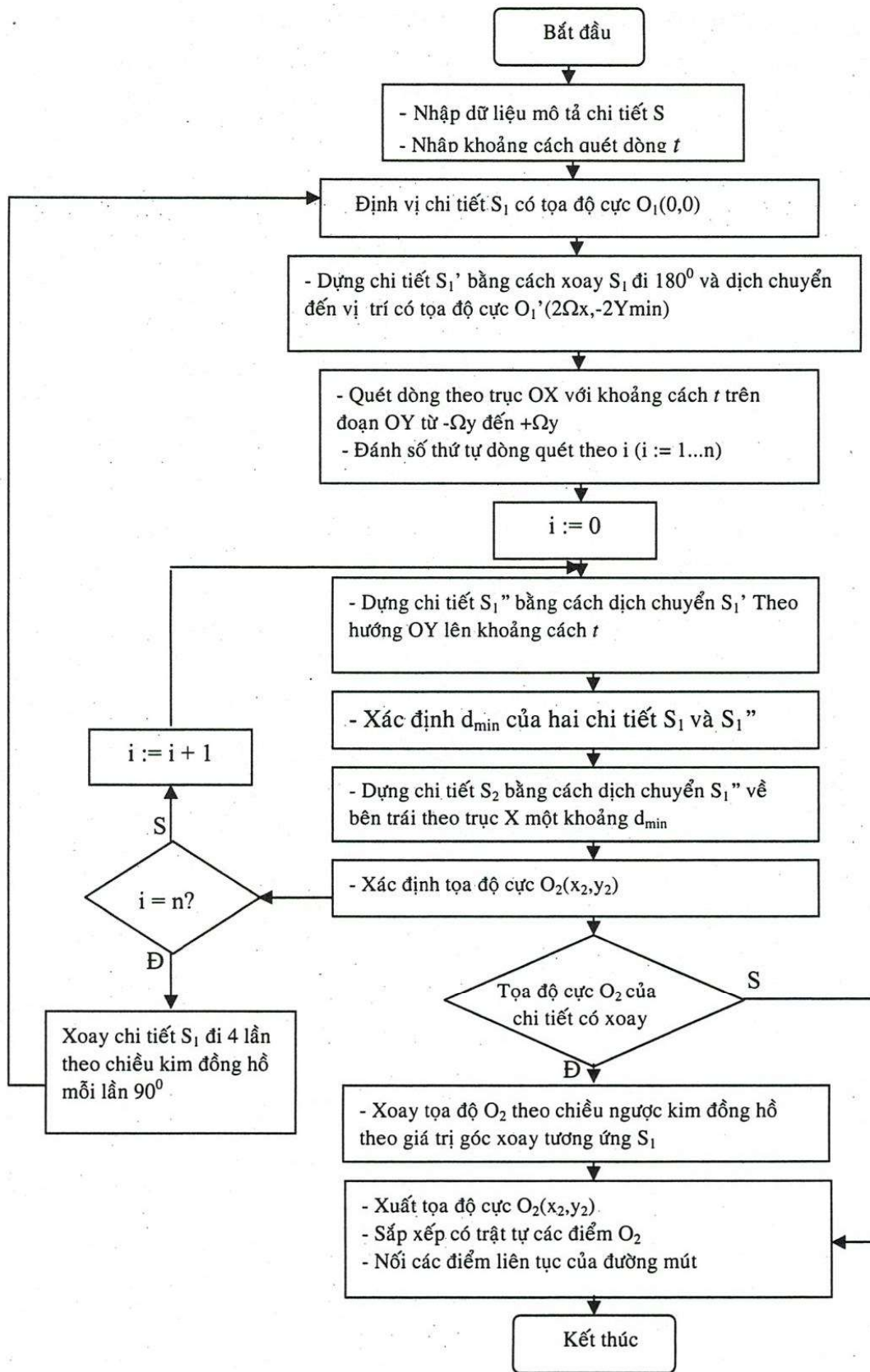
Hình 6. Giải thuật xây dựng đường nút của một loại chi tiết sắp xếp cùng chiều

4. XÂY DỰNG ĐƯỜNG MÚT CỦA HAI CHI TIẾT NGƯỢC CHIỀU

Trước tiên, xây dựng chi tiết S_2 bằng cách xoay chi tiết S_1 đi 180° (hình 7). Giải thuật xây dựng đường mút của hai chi tiết sắp xếp ngược chiều được trình bày trên hình 8.



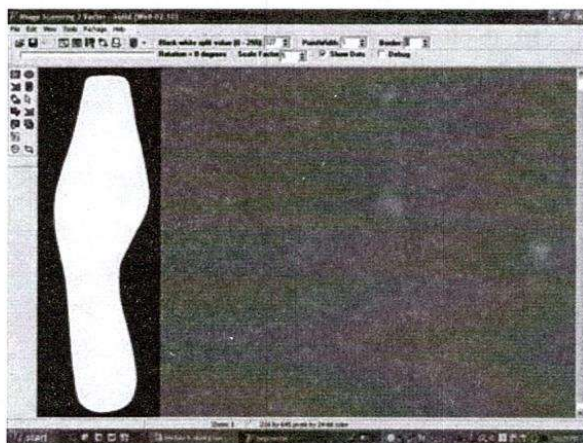
Hình 7. Đường mút của một loại chi tiết ngược chiều



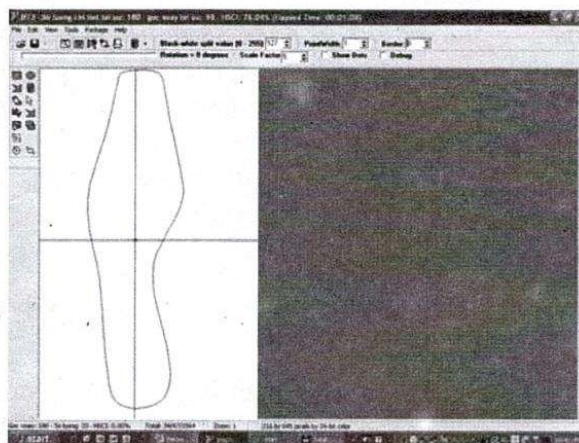
Hình 8. Giải thuật xây dựng hàm đường mút của một loại chi tiết sắp xếp ngược chiều

5. GIỚI THIỆU PHẦN MỀM XÂY DỰNG ĐƯỜNG MÚT

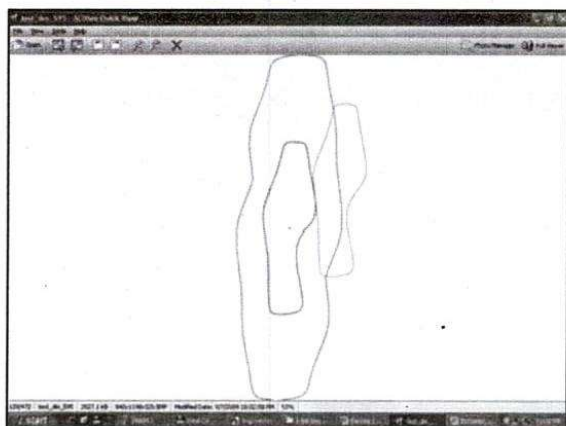
Phần mềm được viết theo giải thuật đã trình bày ở trên bằng ngôn ngữ lập trình Delphi. Đường mút của chi tiết được xây dựng trên cơ sở đường biên của nó thu được từ ảnh quét vào máy tính. Đường mút được máy tính tính toán vẽ ra màn hình đồ họa và quản lý theo file số hóa. Dưới đây giới thiệu một số kết quả mà máy tính đã xuất ra màn hình đồ họa là đường mút của chi tiết để giày sắp xếp cùng chiều và ngược chiều.



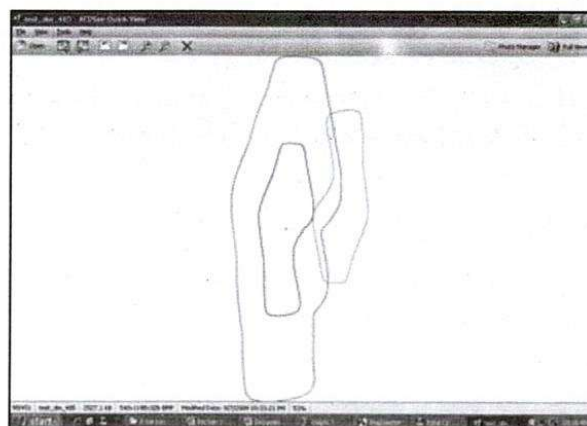
Hình 9. Ảnh quét chi tiết đế giày



Hình 10. Đường biên trích từ chi tiết đế giày



Hình 11. Đường mút chi tiết cùng chiều



Hình 12. Đường mút chi tiết ngược chiều

6. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu mô tả số hóa được đường biên chi tiết hai chiều có hình dạng phức tạp vào trong máy tính và việc tìm ra quỹ tích đường mút của các điểm cực của các chi tiết sắp xếp trên sơ đồ cắt từ vật liệu tấm, máy tính đã xây dựng được đường mút trên sơ đồ sắp xếp. Theo quy luật tịnh tiến song song của các đường mút trên sơ đồ sắp xếp sẽ xác định được các giao điểm của chúng và đó chính là các đỉnh của các hình bình hành cơ sở trong các mô hình giải các bài toán tối ưu sơ đồ cắt sau này. Việc xây dựng giải thuật để máy tính vẽ được các hệ thống đường mút trong sơ đồ sắp xếp là kết quả của nghiên cứu này.

GODOGRAPH OF STRIP LAYOUT OF IRREGULAR SHAPES CUTTING FROM SHEET

Tran Dang Bong, Pham Ngoc Tuan, Tran dai Nguyen, Ho Minh Tuan
University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT: *In this paper, we studied the method of creating the godograph, which is a set of polar points of parts in marking diagrams when cutting sheet materials. Based on this study, mathematical models, algorithms, computer software are created to solve optimal nesting problems and automate cutting processes with the objective of saving material and increasing cutting productivity in footwear industry.*

Keywords: *optimal nesting problem, optimal nesting problem, optimal nesting problem, sheet materials, sheet materials*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Đăng Bồng, Phạm Ngọc Tuấn, “Mô tả đường biên chi tiết mẫu bằng máy quét”, *Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ*, Tập 11, số 03/2008, trang 88-96.
- [2]. Dr. Timothy J.Nye, “Stamping Strip Layout for Optimal Raw Material Utilization”, *Journal of Manufacturing Systems* Vol.19/No.4, 2000.
- [3]. Duckhoff, H., “A Typology of Cutting and Packing Problems”, *European Journal of Operating Research* 44, 1990.
- [4]. Jeffrey W. Herrmann, David R. Delalio, “Algorithms for Sheet Metal Nesting”, *IEEE Transaction on Robotics & Automation*, 2001.