

TỐI ƯU HÓA SƠ ĐỒ SẮP XẾP MỘT LOẠI CHI TIẾT KHI GIA CÔNG CẮT TỪ VẬT LIỆU TẤM TRONG NGÀNH GIÀY DÉP

Trần Đăng Bồng, Phạm Ngọc Tuấn, Trần Đại Nguyên, Hồ Minh Tuấn

Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 20 tháng 05 năm 2009, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 03 tháng 10 năm 2009)

TÓM TẮT: Bài báo giới thiệu các kết quả nghiên cứu về tối ưu hóa sơ đồ sắp xếp khi cắt vật liệu dạng tấm trong ngành giày dép, sao cho số lượng chi tiết thu được là nhiều nhất, hay nói cách khác là phần vật liệu thừa bỏ đi là ít nhất. Từ việc nghiên cứu mô hình toán học có thể xây dựng các giải thuật để từ đó viết phần mềm cho máy tính nhằm tự động hóa công đoạn sắp xếp sơ đồ cắt tối ưu, nhờ vậy có thể tiết kiệm thời gian, tiết kiệm vật liệu, nâng cao năng suất lao động so với việc sắp xếp truyền thống bằng kinh nghiệm trước đây.

Từ khóa: tối ưu hóa sơ đồ sắp xếp, vật liệu dạng tấm, tự động hóa, sắp xếp sơ đồ cắt.

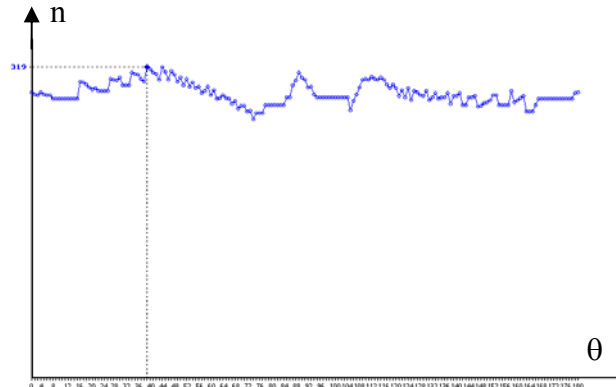
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong ngành giày dép, số lượng chi tiết có hình dạng phức tạp được gia công cắt dập từ vật liệu tấm chiếm tỷ trọng lớn. Để giải quyết vấn đề tiết kiệm vật liệu, trước khi gia công cắt phải chọn được sơ đồ sắp xếp chi tiết tối ưu sao cho

sau khi cắt phần vật liệu thừa bỏ đi là ít nhất. Do vậy, việc nghiên cứu tối ưu hóa sơ đồ cắt và tiến tới tự động hóa quy trình công nghệ cắt dập là vấn đề luôn được các nhà sản xuất quan tâm giải quyết từ trước đến nay.



Hình 1. Sơ đồ sắp xếp cùng chiều chi tiết để giày trên tấm vật liệu



Hình 2. Đồ thị biến thiên số lượng chi tiết (n) theo góc xoay quanh cực (θ)

2. MÔ TẢ BÀI TOÁN SẮP XẾP TỐI ƯU

Bài toán sắp xếp một loại chi tiết có hình dạng phức tạp trên vật liệu tấm có thể tóm tắt như sau:

Cho tổ hợp chi tiết sắp xếp gồm các chi tiết cùng loại S_i và vùng sắp xếp Ω là miền có giới

hạn hình chữ nhật có kích thước chiều dài là L và chiều rộng là H, cần có một phương án sắp xếp không định hướng các chi tiết S vào vùng Ω sao cho hệ số có ích (HSCI) là lớn nhất.

Chỉ tiêu để đánh giá tính kinh tế cho phương án sắp xếp là HSCI, ký hiệu là η được tính như sau:

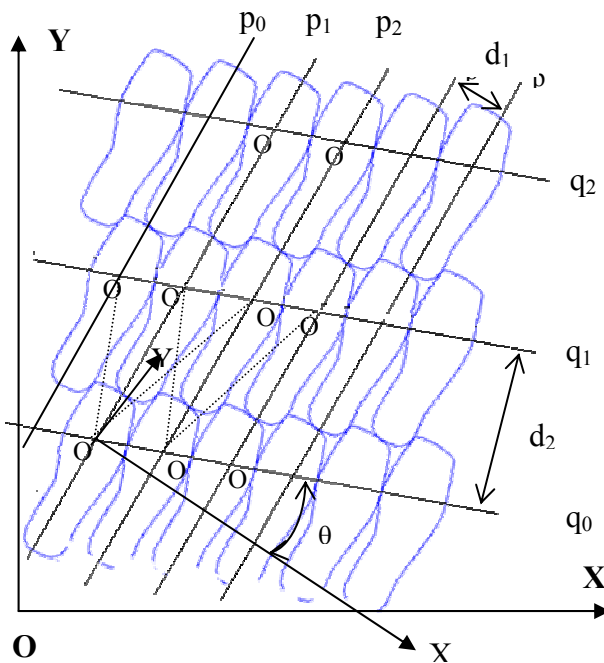
$$\eta = \frac{F_0}{F_p} \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó: F_0 – diện tích của n chi tiết ($F_0 = n \cdot S$); S - Diện tích của chi tiết;

F_p – diện tích của tấm vật liệu ($F_p = L \cdot H$); n - Số lượng chi tiết được sắp xếp.

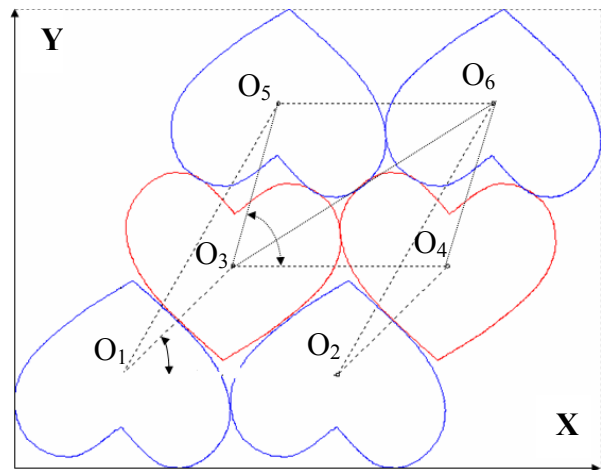
Trong thực tế gia công cắt chi tiết từ vật liệu tấm trong ngành giày dép, hệ tịnh tiến song song được sử dụng để sắp xếp (hình 1). Khi nối các điểm cực chi tiết sắp xếp trong hệ tịnh tiến song song sẽ được họ các đường song song tạo

thành các hình bình hành trong mặt phẳng hệ tọa độ XOY. Mỗi chi tiết S_i của tổ hợp các chi tiết $[S_i]$ có một hệ tọa độ gắn với nó là $X'O_iY'$ và tạo với hệ tọa độ cố định XOY một góc φ . Để xây dựng thuật toán sắp xếp của bài toán nêu trên, trước tiên phải xác định đỉnh của các hình bình hành cơ sở của các chi tiết liền kề trong hệ sắp xếp tịnh tiến song song, tiếp đến là xếp các hình bình hành vào trong tấm vật liệu (hình 4) và đếm số lượng chi tiết sắp xếp được. Phương án sắp xếp tối ưu được chọn là phương án có số lượng chi tiết thu được là nhiều nhất.



Hình 3. Bốn đỉnh hình bình hành sắp cùng chiều

Số lượng chi tiết trong sơ đồ sắp xếp (hình 1) phụ thuộc vào góc xoay θ quanh cực của nó và được minh họa trên đồ thị (hình 2). Trong sơ đồ sắp xếp cùng chiều (hình 3), bốn chi tiết kế cận nhau S_1, S_2, S_3, S_4 tương ứng các cực của chúng là O_1, O_2, O_3, O_4 tạo thành hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$. Từ các thành phần của các chi tiết S_1, S_2, S_3, S_4 được bố trí trong hình bình hành cơ sở tạo thành chi tiết toàn bộ S . Khẳng định này



Hình 4. Sáu đỉnh hình bình hành cơ sở trong sắp xếp ngược chiều

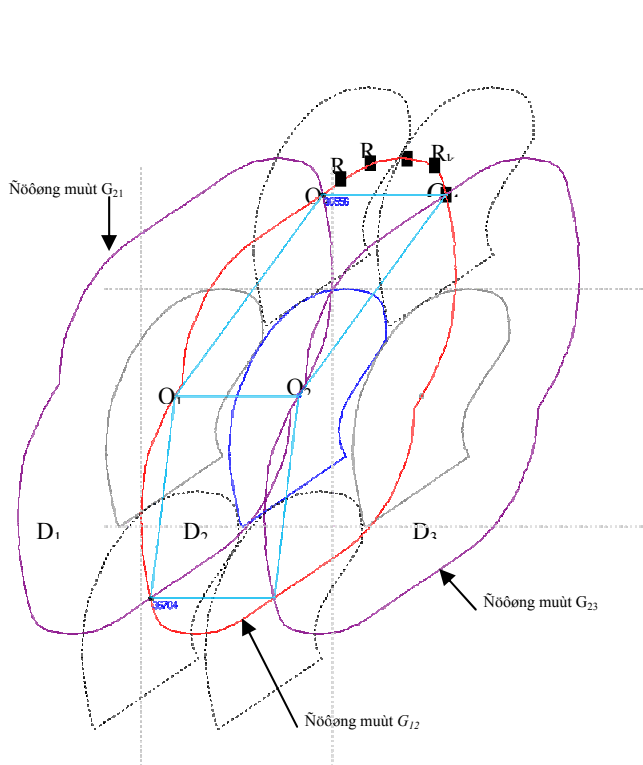
xuất phát từ các tính chất của hình bình hành và điều kiện bố trí đồng hướng của các chi tiết, thỏa mãn sự sắp xếp không giao nhau của các chi tiết và là phân tử để triển khai lên toàn bộ mặt phẳng tấm vật liệu.

Trong sơ đồ sắp xếp ngược chiều (hình 4), sáu chi tiết kế cận nhau $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ có các cực tương ứng là $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6$ tạo thành hai hình bình hành $O_1O_2O_3O_4$ và $O_3O_4O_5O_6$.

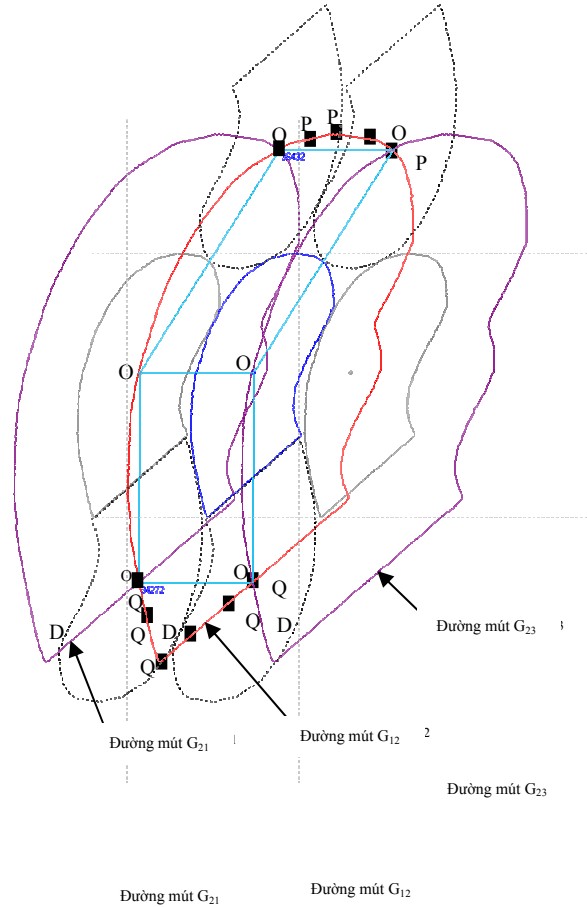
Từ các thành phần của các chi tiết $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ được bố trí trong hai hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$ và $O_3O_4O_5O_6$ có thể tạo thành các hai chi tiết toàn bộ S.

Theo cách dựng đường nút, tại giá trị góc xoay θ của chi tiết S_1 , bốn tọa độ cực của bốn đỉnh của hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$, là $O_1(X_1, Y_1)$, $O_2(X_2, Y_2)$, $O_3(X_3, Y_3)$, $O_4(X_4, Y_4)$ đã được xác định. Tập hợp điểm R_i thuộc đường nút G_{12} nằm giữa hai đường nút G_{21} và G_{23} (hình 5)

sẽ là tập hợp các đỉnh O_3 của hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$. Đối với trường hợp sắp xếp ngược chiều, các tập điểm P_i thuộc đường nút G_{12} nằm giữa hai đường nút G_{21} và G_{23} (hình 6) sẽ là tập hợp các đỉnh O_3 của hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$ và các tập điểm Q_i thuộc đường nút G_{12} nằm ở phần dưới khoảng giữa của của hai đường nút G_{21} và G_{23} (hình 6) sẽ là tập hợp các đỉnh O_5 của hình bình hành cơ sở $O_3O_4O_5O_6$.



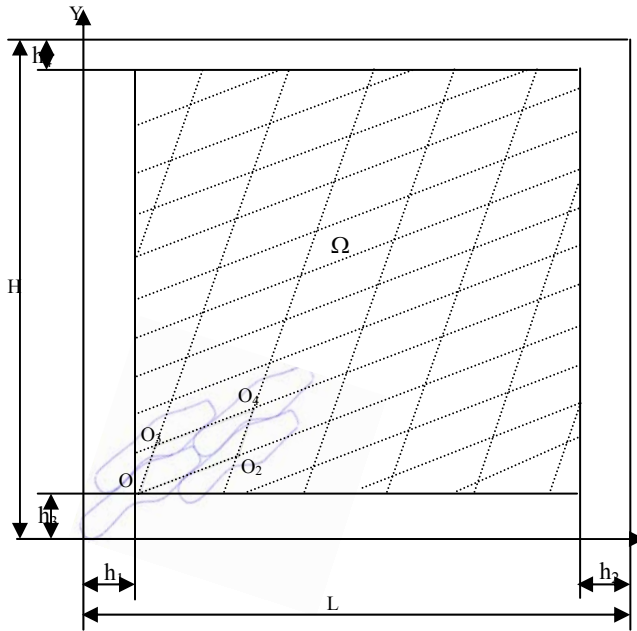
Hình 5. Tập hợp các điểm là đỉnh hình bình hành cơ sở trong sắp xếp cùng chiều



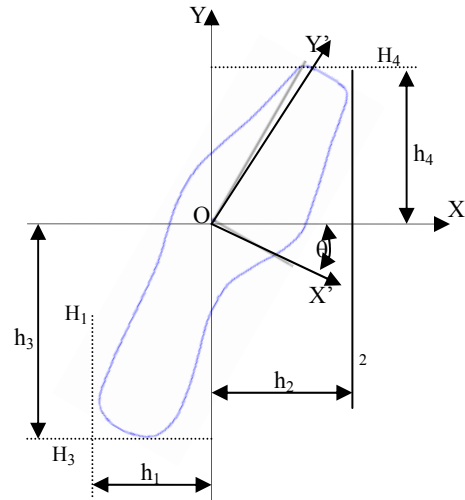
Hình 6. Tập hợp các điểm là đỉnh hình bình hành cơ sở trong sắp xếp ngược chiều

Khi đã xác định xong tọa độ các đỉnh của các hình bình hành cơ sở theo từng vị trí của góc xoay θ , bước tiếp theo là sắp xếp hình bình hành vào vùng vật liệu Ω để tính số lượng chi tiết. Như vậy, trong tất cả các phương án sắp xếp, phương án được lựa chọn là phương án có số lượng chi tiết thu được nhiều nhất. Để đếm được số lượng chi tiết sắp xếp được trên tấm, phải xác định được

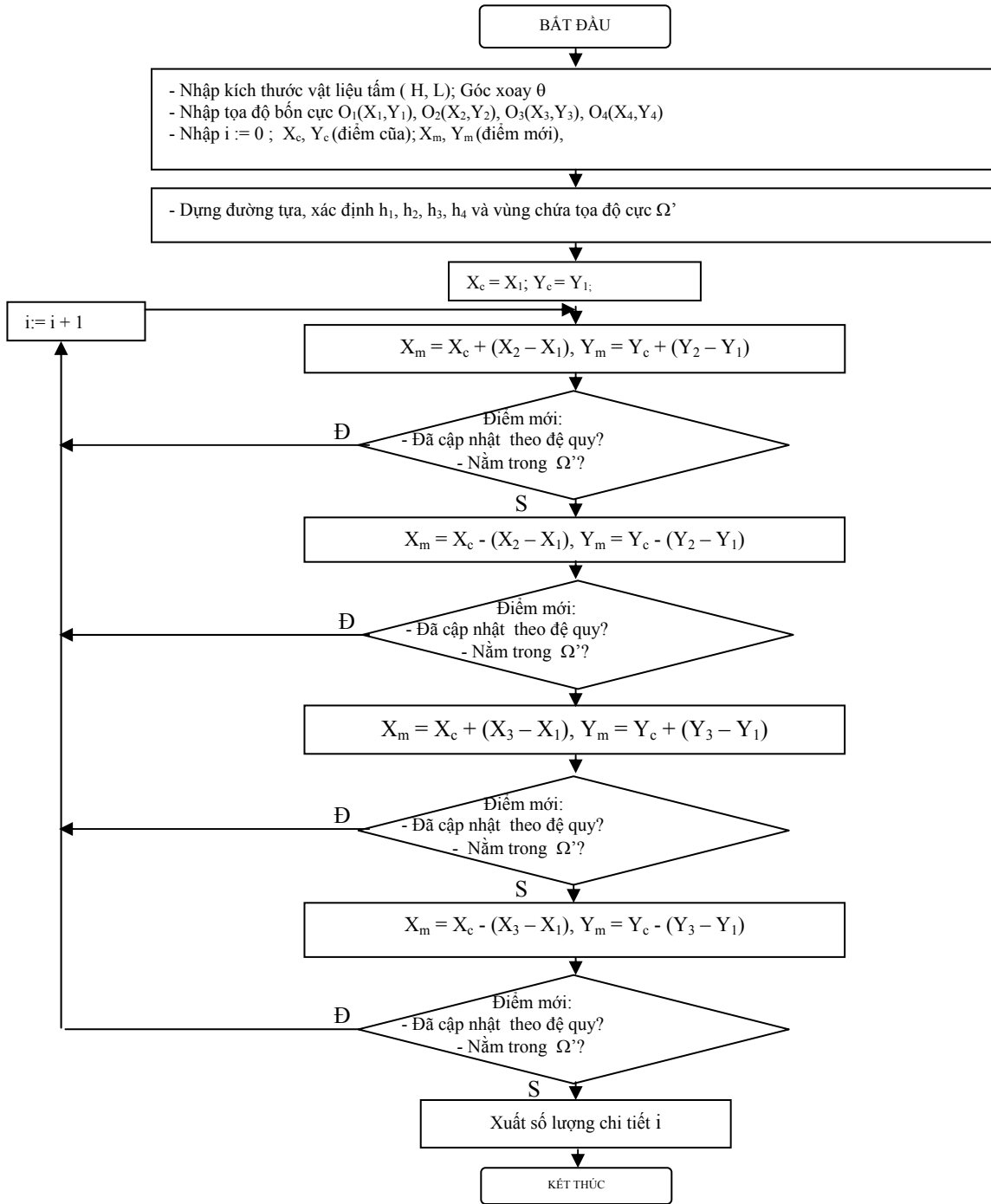
các kích thước h_1, h_2, h_3, h_4 và các đường tựa H_1, H_2, H_3, H_4 tại mỗi góc xoay θ của chi tiết như trình bày trên hình 8 và xác định vùng tọa độ cực của chi tiết trên tấm vật liệu Ω (hình 7). Trên hình 9 trình bày giải thuật đệ quy để đếm số lượng chi tiết sắp xếp được trên tấm khi đã xác định được tọa độ 4 đỉnh hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$ và góc θ .



Hình 7. Sắp xếp chi tiết vào tấm vật liệu

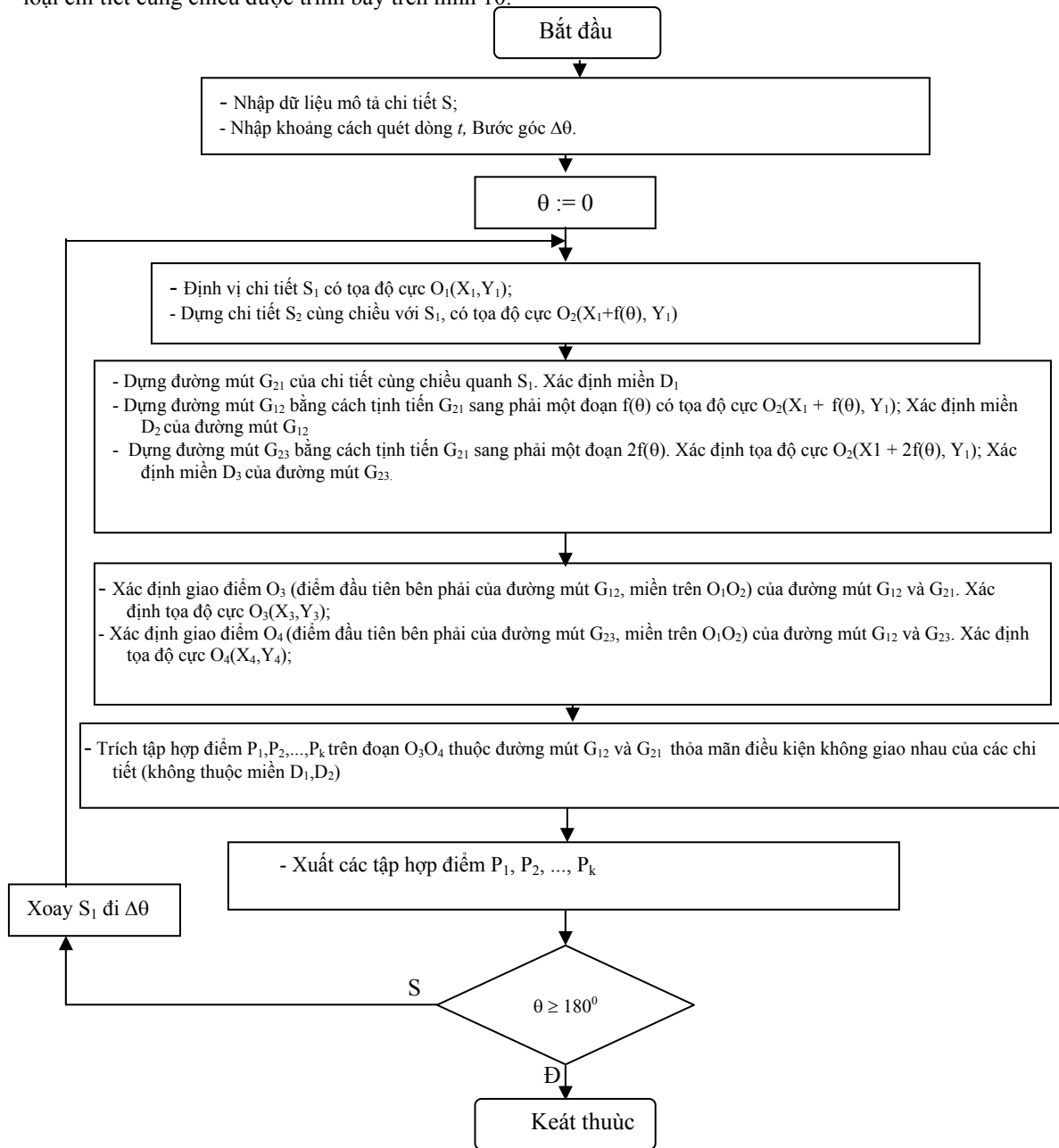


Hình 8. Kích thước chi tiết tại góc xoay θ



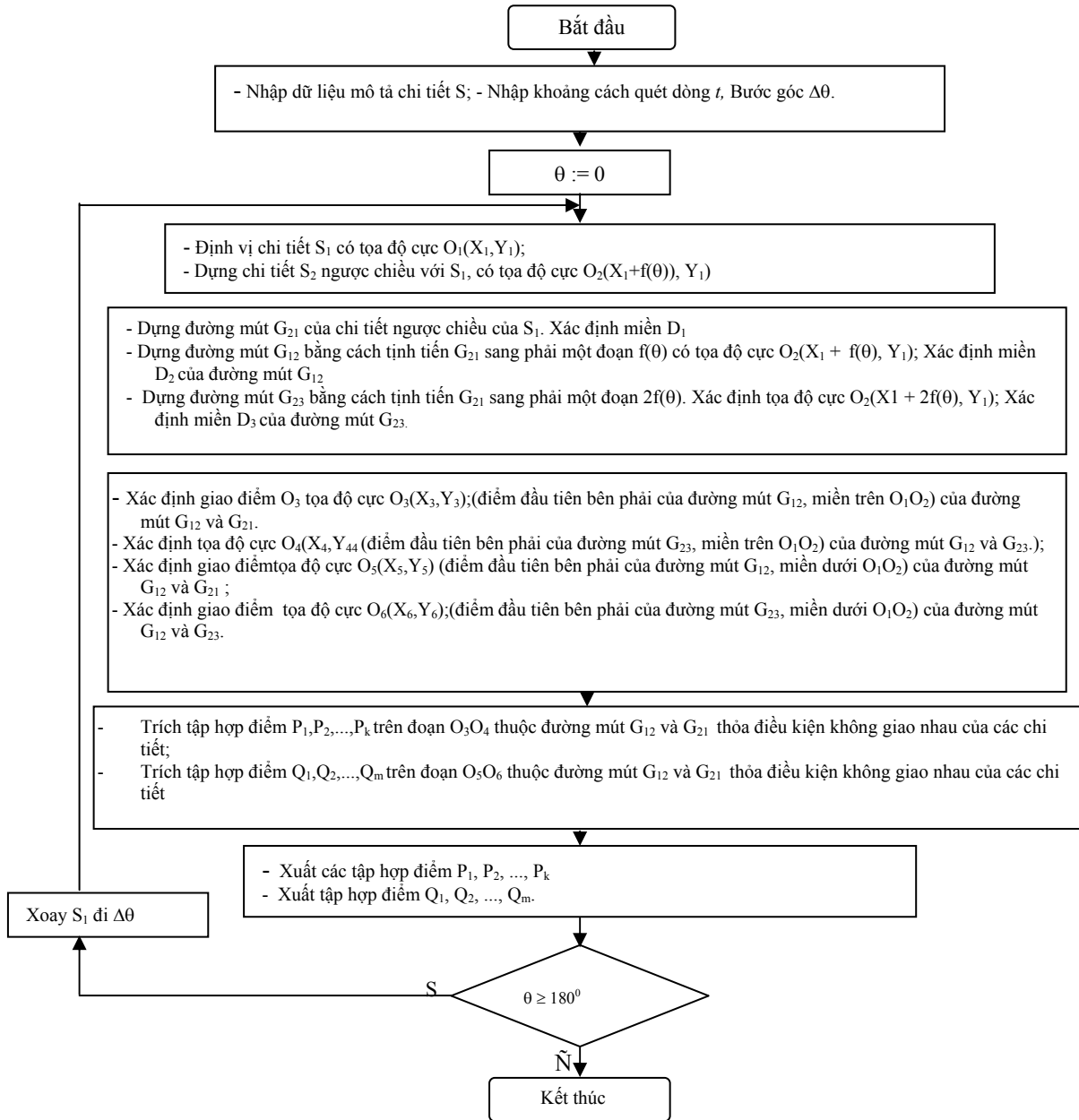
Hình 9. Giải thuật đệ quy đếm số lượng sắp xếp trên tấm vật liệu

Giải thuật để xác định tọa độ đỉnh O_3 của hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$ trong bài toán sắp xếp một loại chi tiết cùng chiều được trình bày trên hình 10.



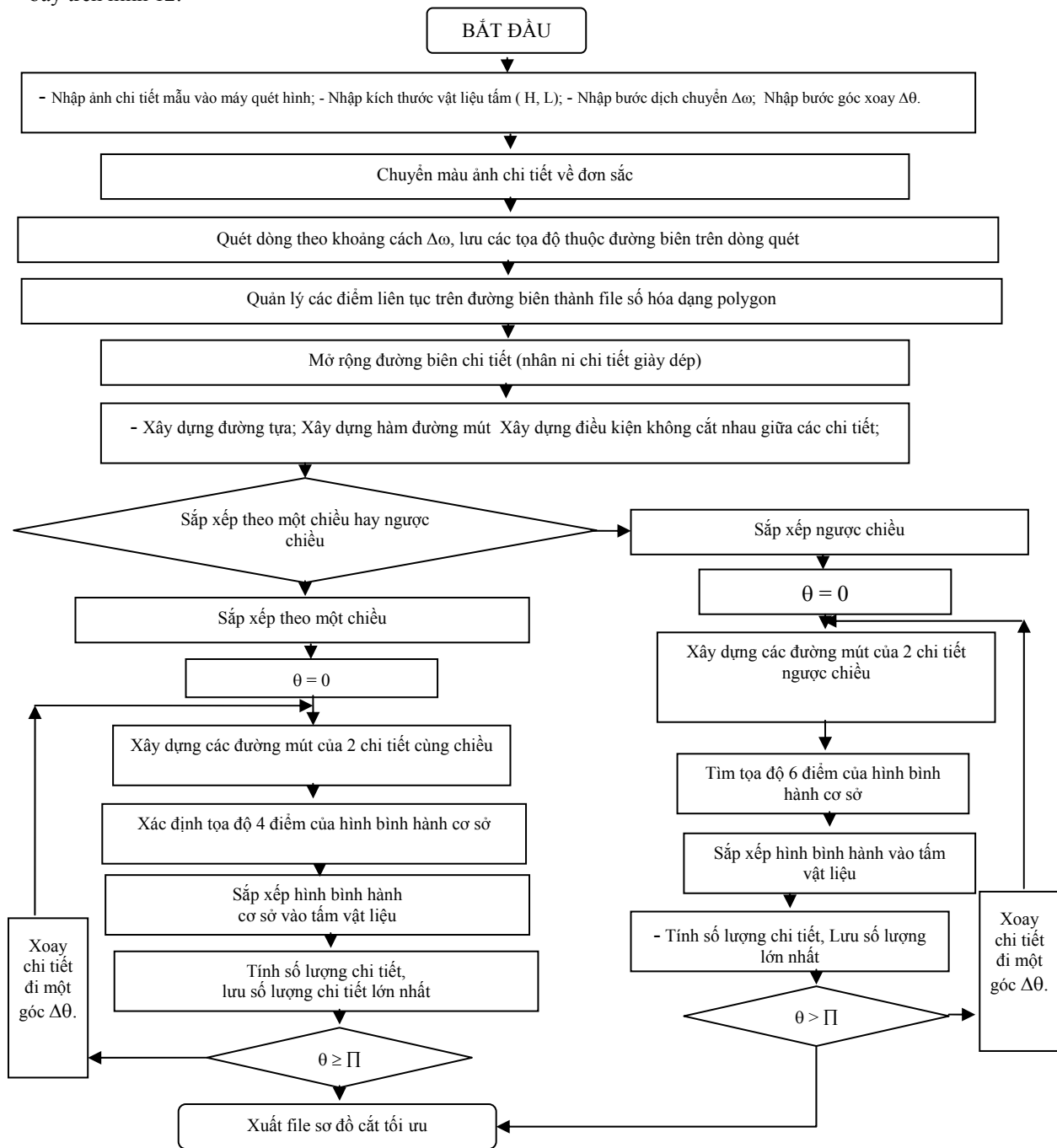
Hình 10. Giải thuật trích tọa độ các điểm O_3 của hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$ trong bài toán sắp xếp chi tiết cùng chiều

Giải thuật để xác định tọa độ đỉnh O_3 của hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$ và $O_3O_4O_5O_6$ trong bài toán sắp xếp một loại chi tiết ngược chiều được trình bày trên hình 11.



Hình 11. Giải thuật trích tọa độ các điểm O_3 và O_5 của cc hình bình hành cơ sở $O_1O_2O_3O_4$ và $O_3O_4O_5O_6$ trong bài toán sắp xếp chi tiết ngược chiều

Giải thuật chung cho bài toán sắp xếp tối ưu sơ đồ cắt một loại chi tiết khi cắt từ vật liệu tấm được trình bày trên hình 12.

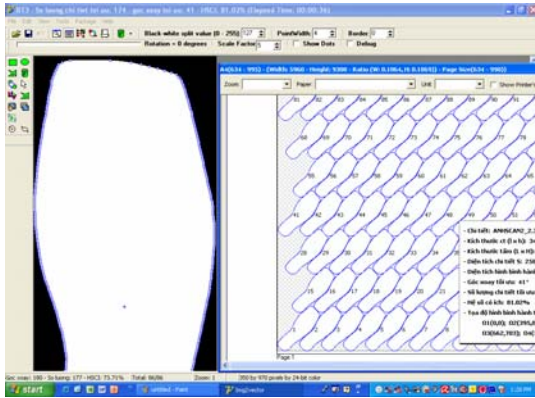


Hình 12. Sơ đồ giải thuật sắp xếp tối ưu sơ đồ cắt một loại chi tiết giày dép

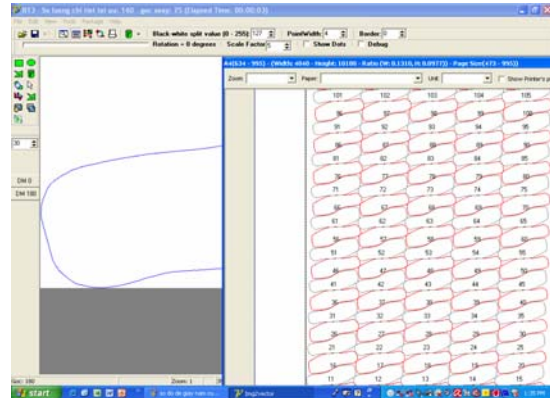
4. GIỚI THIỆU PHẦN MỀM TỐI ƯU SƠ ĐỒ CẮT

Phần mềm được viết theo giải thuật đã trình bày ở trên bằng ngôn ngữ lập trình Delphi bao gồm mô tả đường biên chi tiết mẫu dưới dạng số

hóa đường biên chi tiết vào máy tính từ ảnh của nó thu nhận được từ máy quét hình hoặc nhận dữ liệu đường biên chi tiết từ các phần mềm mô tả khác. Trên hình 13 và hình 14 trình bày kết quả ứng dụng của phần mềm.



Hình 13. Phần mềm sắp xếp một chiều



Hình 14. Phần mềm sắp xếp ngược chiều

5. KẾT LUẬN

Từ việc nghiên cứu các cơ sở toán học đến việc xây dựng mô hình, giải thuật của bài toán tối ưu sơ đồ cắt không định hướng, cùng chiều một loại chi tiết sắp xếp trên vật liệu tấm, phần mềm ứng dụng đã được xây dựng để giải quyết bài toán thay thế cho việc sắp xếp bằng thủ công tiết

kiệm nguyên vật liệu, giảm giá thành sản phẩm và nâng cao năng suất lao động. Ngoài ra, từ các dữ liệu sơ đồ cắt mà phần mềm tạo ra sẽ được giao tiếp với các máy dập cắt CNC để tự động hóa quá trình gia công dập cắt trong một số ngành công nghiệp.

**OPTIMAL STRIP LAYOUT OF IRREGULAR SHAPES CUTTING FROM
RECTANGULAR SHEET**

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

***ABSTRACT:** This article deals with optimal nesting problem when parts are cut from rectangular sheet in the footwear industry. The objective of the research is minimizing the waste of material or maximizing the number of parts to be cut from sheet materials. By generating the mathematical models and building up their algorithms, the software for solving problem dedicates to a number of industries for saving time and minimizing waste of material, and increasing the cutting productivity.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Dr. Timothy J.Nye, *Stamping Strip Layout for Optimal Raw Material Utilization*, Journal of Manufacturing Systems Vol.19/No.4, (2000).
- [2]. Duckhoff, H., *A typology of cutting and packing problems*, European Journal of Operating Research 44, (1990).