

# ÁP DỤNG GIẢI THUẬT DI TRUYỀN CHO BÀI TOÁN TỐI ƯU CẤU TRÚC COMPOSITE

Ngô Thành Phong, Nguyễn Thời Trung

Khoa Toán Tin, Trường ĐH Khoa học Tự nhiên – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 17 tháng 05 năm 2003)

**TÓM TẮT:** Bài báo nêu giải thuật và trình bày các bước chính của giải thuật di truyền cho một bài toán tối ưu với hàm mục tiêu và các ràng buộc là hàm ẩn. Sau đó áp dụng giải số cho bài toán tối ưu hướng sợi của tấm composite nhiều lớp ở trạng thái ứng suất phẳng.

## 1. Giới thiệu

Các bài toán tối ưu trong cơ học thường là các bài toán lớn đòi hỏi quá trình thành lập và tính toán số (nhất là phương pháp phần tử hữu hạn) ở mỗi bước lặp. Hàm mục tiêu và các ràng buộc là các hàm ẩn (liên quan đến độ cứng, biến dạng, ứng suất, chuyển vị hay trọng lượng công trình ..vv). Ta không thể dùng các phương pháp tối ưu hóa truyền thống như phương pháp hàm phạt ngoài, hàm phạt trong, phương pháp nhân tử Lagrange, ... để giải trực tiếp được vì những phương pháp này đòi hỏi hàm mục tiêu và các ràng buộc phải là các hàm hiện theo biến thiết kế. Do đó việc áp dụng các phương pháp mới để có thể giải quyết một lớp các bài toán tối ưu với hàm mục tiêu và các ràng buộc là các hàm ẩn là một nhu cầu cụ thể. Giải thuật di truyền chính là một trong các phương pháp mới đó.

## 2. Giải thuật di truyền (GTDT)

Giải thuật di truyền là phương pháp tìm kiếm ngẫu nhiên mô phỏng sự tiến hóa sinh học tự nhiên. Phương pháp này mô tả sự tiến hóa của quần thể mà các cá thể mạnh hơn với môi trường của chúng sẽ có xác suất tồn tại cao hơn.

Lúc bắt đầu, các cá thể được tạo ra một cách ngẫu nhiên. Sau đó ta tiến hành đánh giá hàm mục tiêu của các cá thể này. Thế hệ ban đầu được tạo ra. Nếu thế hệ ban đầu không đáp ứng được tiêu chuẩn hội tụ tối ưu, ta tiến hành chọn lựa các cá thể dựa trên độ thích nghi của chúng. Từ các cá thể này ta tiến hành lai ghép để tạo ra thế hệ con. Thế hệ con sẽ chịu một sự đột biến theo một tỉ lệ cho trước. Sau đó ta tính toán độ thích nghi của thế hệ con. Thế hệ con sẽ được chèn vào quần thể cũ thay thế thế hệ cha mẹ và tạo ra một thế hệ mới. Chu trình này sẽ được thực hiện mãi cho đến khi đạt được tiêu chuẩn tối ưu.

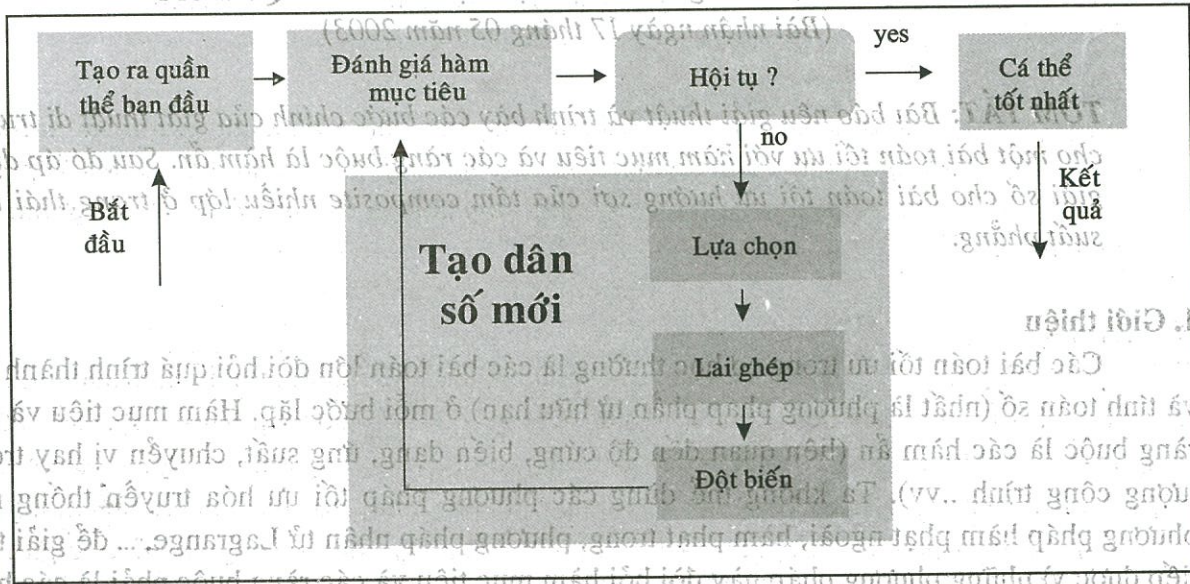
Một GTDT quần thể đơn như vậy là một công cụ mạnh và được áp dụng có hiệu quả trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Tuy nhiên, để đạt được kết quả tốt hơn, ta có thể tạo ra nhiều quần thể, được gọi là các quần thể con. Mỗi quần thể con tiến hóa trong một vài thế hệ tách biệt (giống như GTDT quần thể đơn) trước khi một hoặc nhiều cá thể được trao đổi giữa các quần thể con.

Từ các thảo luận ở trên, ta có thể thấy rằng GTDT khác về chất so với các phương pháp tìm kiếm và tối ưu hóa truyền thống. Các sự khác nhau chính là:

- GTDT tìm kiếm một tập hợp các điểm một cách song song, không phải tìm kiếm một điểm đơn.
- GTDT không yêu cầu thông tin đạo hàm hay các kiến thức hỗ trợ khác, chỉ yêu cầu hàm mục tiêu và các độ thích nghi ảnh hưởng vào quá trình tìm kiếm.

- GTDT sử dụng các quy luật phân bố xác suất, không phải các quy luật tiền định.
- GTDT áp dụng trực quan hơn so với các phương pháp tìm kiếm khác.
- GTDT có thể cung cấp một số nghiệm khả thi đối với một vấn đề đã cho. Sự lựa chọn cuối cùng là do người sử dụng.

Hình 1: Cấu trúc của một giải thuật di truyền quần thể đơn



### 3. Các toán tử của giải thuật di truyền [2]

#### 3.1 Toán tử lựa chọn

Toán tử lựa chọn xác định các cá thể cần thiết để lai ghép và số lượng cá thể con sẽ được tạo ra. Bước đầu tiên ta chỉ định độ thích nghi cho quần thể. Từ độ thích nghi này, ta dùng các các phương pháp khác nhau để tiến hành lựa chọn.

#### 3.2 Toán tử lai ghép

Toán tử lai ghép tạo ra các cá thể mới bằng cách lai ghép các dữ liệu của bố mẹ. Ta sẽ áp dụng các giải thuật khác nhau phụ thuộc vào đại diện của các biến của các cá thể.

#### 3.3 Toán tử đột biến

Sau khi được tạo ra bằng toán tử lai ghép từ thế hệ cha mẹ, một toán tử đột biến sẽ tác động lên thế hệ con bằng cách cộng thêm vào các biến của thế hệ con các giá trị ngẫu nhiên nhỏ với một xác suất thấp.

#### 3.4 Toán tử chèn

Một khi thế hệ con được tạo ra bằng các toán tử lựa chọn, lai ghép, và đột biến từ các cá thể của quần thể cũ, độ thích nghi của thế hệ con sẽ được xác định. Thế hệ con sau đó sẽ được chèn vào quần thể cũ và thay thế những cá thể xấu nhất để nâng cao chất lượng quần thể.

#### 3.5 Toán tử di cư

Mô hình di cư chia quần thể thành nhiều quần thể con. Các quần thể con này tiến hóa một cách độc lập với nhau trong một số xác định thế hệ nào đó (thời gian tách biệt). Sau thời gian tách biệt này, một số cá thể sẽ được trao đổi giữa hai quần thể con. Số lượng các cá thể được trao đổi, phương pháp lựa chọn các cá thể di cư, và kế hoạch di cư sẽ xác định tính đa dạng về di truyền trong các quần thể con.

4. Lý thuyết ứng xử của tấm composite trong bài toán ứng suất phẳng

4.1 Phương trình đàn hồi trong trạng thái ứng suất phẳng [1]

Tại mỗi điểm  $M$  của vật liệu khảo sát, trạng thái ứng suất hai chiều được đặc trưng bởi tenxơ ứng suất có dạng:

$$\sigma_{(M)} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & 0 \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

Hay viết dưới dạng ma trận

$$[\sigma'_1 \quad \sigma'_2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad \sigma'_6]^T = [\sigma_{11} \quad \sigma_{22} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad \sigma_{12}]^T \quad (4.2)$$

Các thành phần biến dạng được xác định bởi công thức  $\epsilon' = S' \sigma'$

$$\begin{bmatrix} \epsilon'_1 \\ \epsilon'_2 \\ \epsilon'_3 \\ \epsilon'_4 \\ \epsilon'_5 \\ \epsilon'_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S'_{11} & S'_{12} & S'_{13} & 0 & 0 & S'_{16} \\ S'_{12} & S'_{22} & S'_{23} & 0 & 0 & S'_{26} \\ S'_{13} & S'_{23} & S'_{33} & 0 & 0 & S'_{36} \\ 0 & 0 & 0 & S'_{44} & S'_{45} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & S'_{45} & S'_{55} & 0 \\ S'_{16} & S'_{26} & S'_{36} & 0 & 0 & S'_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma'_1 \\ \sigma'_2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \sigma'_6 \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

Từ đó suy ra

$$\begin{cases} \epsilon'_1 = S'_{11}\sigma'_1 + S'_{12}\sigma'_2 + S'_{16}\sigma'_6 \\ \epsilon'_2 = S'_{12}\sigma'_1 + S'_{22}\sigma'_2 + S'_{26}\sigma'_6 \\ \epsilon'_3 = S'_{13}\sigma'_1 + S'_{23}\sigma'_2 + S'_{36}\sigma'_6 \\ \epsilon'_4 = 0 \\ \epsilon'_5 = 0 \\ \epsilon'_6 = S'_{16}\sigma'_1 + S'_{26}\sigma'_2 + S'_{66}\sigma'_6 \end{cases} \quad (4.4)$$

Quan hệ giữa ứng suất và biến dạng được biểu diễn bởi:

$$\begin{bmatrix} \sigma'_1 \\ \sigma'_2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \sigma'_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C'_{11} & C'_{12} & C'_{13} & 0 & 0 & C'_{16} \\ C'_{12} & C'_{22} & C'_{23} & 0 & 0 & C'_{26} \\ C'_{13} & C'_{23} & C'_{33} & 0 & 0 & C'_{36} \\ 0 & 0 & 0 & C'_{44} & C'_{45} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C'_{45} & C'_{55} & 0 \\ C'_{16} & C'_{26} & C'_{36} & 0 & 0 & C'_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \epsilon'_1 \\ \epsilon'_2 \\ \epsilon'_3 \\ 0 \\ 0 \\ \epsilon'_6 \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

Hay

$$\begin{cases} \sigma'_1 = C'_{11}\epsilon'_1 + C'_{12}\epsilon'_2 + C'_{13}\epsilon'_3 + C'_{16}\epsilon'_6 \\ \sigma'_2 = C'_{12}\epsilon'_1 + C'_{22}\epsilon'_2 + C'_{23}\epsilon'_3 + C'_{26}\epsilon'_6 \\ 0 = C'_{13}\epsilon'_1 + C'_{23}\epsilon'_2 + C'_{33}\epsilon'_3 + C'_{36}\epsilon'_6 \\ \sigma'_6 = C'_{16}\epsilon'_1 + C'_{26}\epsilon'_2 + C'_{36}\epsilon'_3 + C'_{66}\epsilon'_6 \end{cases} \quad (4.6)$$

Từ (4.6) ta rút ra:

$$\varepsilon_3' = -\frac{1}{C_{33}'}(C_{13}'\varepsilon_1' + C_{23}'\varepsilon_2' + C_{36}'\varepsilon_6') \tag{4.7}$$

Thay (4.7) vào (4.6) ta biểu diễn ứng suất  $\sigma_1', \sigma_2', \sigma_6'$  qua  $\varepsilon_1', \varepsilon_2', \varepsilon_6'$

$$\begin{aligned} \sigma_1' &= \left(C_{11}' - \frac{C_{13}'C_{13}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_1' + \left(C_{12}' - \frac{C_{13}'C_{23}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_2' + \left(C_{16}' - \frac{C_{13}'C_{36}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_6' \\ \sigma_2' &= \left(C_{12}' - \frac{C_{13}'C_{23}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_1' + \left(C_{22}' - \frac{C_{23}'C_{23}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_2' + \left(C_{26}' - \frac{C_{23}'C_{36}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_6' \\ \sigma_6' &= \left(C_{16}' - \frac{C_{13}'C_{36}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_1' + \left(C_{26}' - \frac{C_{23}'C_{36}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_2' + \left(C_{66}' - \frac{C_{36}'C_{36}'}{C_{33}'}\right)\varepsilon_6' \end{aligned}$$

Viết lại dưới dạng ma trận:

$$\begin{bmatrix} \sigma_1' \\ \sigma_2' \\ \sigma_6' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{11}' & Q_{12}' & Q_{16}' \\ Q_{12}' & Q_{22}' & Q_{26}' \\ Q_{16}' & Q_{26}' & Q_{66}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_1' \\ \varepsilon_2' \\ \varepsilon_6' \end{bmatrix} \tag{4.8}$$

trong đó

$$Q_{ij}' = C_{ij}' - \frac{C_{i3}'C_{j3}'}{C_{33}'} \quad Q_{ji}' = Q_{ij}' \quad i, j = 1, 2, 6 \tag{4.9}$$

Các hệ số  $Q_{ij}'$  được gọi là các hằng số độ cứng thu gọn. Ma trận:

$$Q' = \begin{bmatrix} Q_{11}' & Q_{12}' & Q_{16}' \\ Q_{12}' & Q_{22}' & Q_{26}' \\ Q_{16}' & Q_{26}' & Q_{66}' \end{bmatrix} \tag{4.10}$$

là ma trận độ cứng thu gọn

#### 4.2 Ma trận độ cứng thu gọn trong hệ trục chính [1]

Trong hệ trục chính của vật liệu composit trục hướng, các hằng số độ cứng gồm có:

$$\begin{aligned} C_{11}' &= C_{11} & C_{12}' &= C_{12} & C_{13}' &= C_{13} \\ C_{22}' &= C_{22} & C_{23}' &= C_{23} & C_{33}' &= C_{33} \\ C_{66}' &= C_{66} & C_{16}' &= C_{26}' = C_{36}' & &= 0 \end{aligned}$$

Từ (4.9) ta tìm được các hằng số thu gọn trong hệ trục chính

$$\begin{aligned} Q_{11}' &= C_{11} - \frac{C_{13}C_{13}}{C_{33}} & Q_{12}' &= C_{12} - \frac{C_{13}C_{23}}{C_{33}} & Q_{16}' &= 0 \\ Q_{22}' &= C_{22} - \frac{C_{23}C_{23}}{C_{33}} & Q_{26}' &= 0 & Q_{66}' &= C_{66} \end{aligned} \tag{4.11}$$

Với composite đẳng hướng ngang thì:

$$C_{13} = C_{12} \quad C_{33} = C_{22}$$

Khi ấy ma trận độ cứng thu gọn được viết dưới dạng:

$$Q = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & 0 \\ Q_{12} & Q_{22} & 0 \\ 0 & 0 & Q_{66} \end{bmatrix}$$

Cuối cùng chúng ta biểu diễn các hằng số độ cứng thu gọn qua các mô đun đàn hồi trong hệ trục chính như sau:

$$\begin{aligned} Q_{11} &= \frac{E_1}{1 - \nu_{12}\nu_{21}} = \frac{E_1}{1 - \frac{E_2}{E_1}\nu_{12}^2} & Q_{22} &= \frac{E_2}{1 - \nu_{12}\nu_{21}} = \frac{E_2}{1 - \frac{E_2}{E_1}\nu_{12}^2} = \frac{E_2}{E_1} Q_{11} \\ Q_{12} &= \frac{\nu_{12}E_2}{1 - \nu_{12}\nu_{21}} = \nu_{12}Q_{22} & Q_{66} &= G_{12} \end{aligned} \quad (4.12)$$

### 4.3 Mối liên hệ giữa các hằng số độ cứng thu gọn lệch trục và đúng trục

$$\begin{aligned} Q'_{11} &= Q_{11} \cos^4 \theta + Q_{22} \sin^4 \theta + 2(Q_{12} + 2Q_{66}) \sin^2 \theta \cos^2 \theta \\ Q'_{12} &= (Q_{11} + Q_{22} - 4Q_{66}) \sin^2 \theta \cos^2 \theta + Q_{12} (\cos^4 \theta + \sin^4 \theta) \\ Q'_{16} &= (Q_{11} - Q_{12} - 2Q_{66}) \sin \theta \cos^3 \theta + (Q_{12} - Q_{22} + 2Q_{66}) \sin^3 \theta \cos \theta \\ Q'_{22} &= Q_{11} \sin^4 \theta + 2(Q_{12} + 2Q_{66}) \sin^2 \theta \cos^2 \theta + Q_{22} \cos^4 \theta \\ Q'_{26} &= (Q_{11} - Q_{12} - 2Q_{66}) \sin^3 \theta \cos \theta + (Q_{12} - Q_{22} + 2Q_{66}) \sin \theta \cos^3 \theta \\ Q'_{66} &= [Q_{11} + Q_{22} - 2(Q_{12} + Q_{66})] \sin^2 \theta \cos^2 \theta + Q_{66} (\sin^4 \theta + \cos^4 \theta) \end{aligned} \quad (4.13)$$

Trong đó :

$Q_{ij}$  : Các hằng số độ cứng thu gọn lệch trục (phương X (hình 2))

$Q'_{ij}$  : Các hằng số độ cứng thu gọn đúng trục (phương x (hình 2))

$\theta$  : Góc lệch giữa phương của sợi (phương x) với phương X (hình 2)

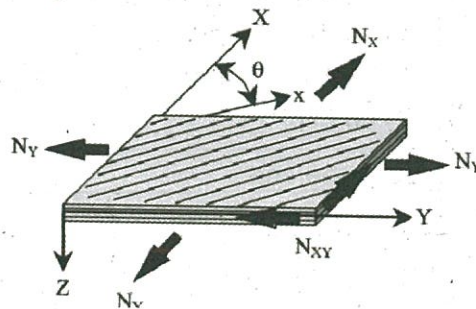
### 4.4 Quan hệ đàn hồi và năng lượng biến dạng của tấm composite 2n lớp

Từ (4.13) ta có công thức tính ma trận các hằng số độ cứng thu gọn của tấm composite 2n lớp như sau:

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{16} \\ A_{21} & A_{22} & A_{26} \\ A_{16} & A_{26} & A_{66} \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^{2n} h_i * \begin{bmatrix} Q'_{11} & Q'_{12} & Q'_{16} \\ Q'_{21} & Q'_{22} & Q'_{26} \\ Q'_{16} & Q'_{26} & Q'_{66} \end{bmatrix}_i \quad (4.14)$$

Trong đó :

$h_i$  : Chiều dày của lớp thứ  $i$



Hình 2 : Trạng thái ứng suất phẳng của tấm composite 2n lớp

Vậy quan hệ đàn hồi của tấm composite 2n lớp trong bài toán ứng suất phẳng:

$$\begin{bmatrix} N_x \\ N_y \\ N_{xy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{16} \\ A_{21} & A_{22} & A_{26} \\ A_{16} & A_{26} & A_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_{xy} \end{bmatrix} \quad (4.15)$$

Trong đó :

$\varepsilon_i$  : Vectơ biến dạng của tấm composite 2n lớp

$N_i$  : Vectơ lực trạng thái ứng suất phẳng của tấm composite 2n lớp (hình 2)

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_{xy} \end{bmatrix} = A^{-1} \begin{bmatrix} N_x \\ N_y \\ N_{xy} \end{bmatrix} \quad (4.16)$$

Năng lượng biến dạng của tấm composite 2n lớp:

$$E = \frac{1}{2} \varepsilon^T A \varepsilon \quad (4.17)$$

### 5. Kết quả số [4]

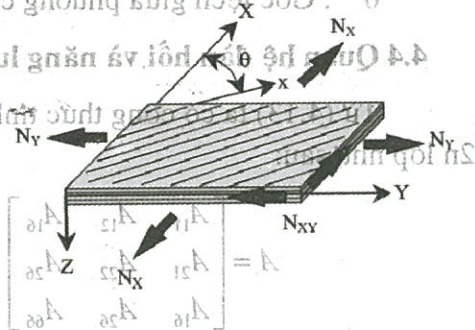
#### 5.1 Bài toán 1 biến thiết kế

Hàm mục tiêu cần cực tiểu hóa là năng lượng biến dạng của một tấm composite nhiều lớp đối xứng thuần nhất gồm 6 lớp. Hướng sợi của một lớp sẽ là biến thiết kế, (hai lớp còn lại đã biết hướng sợi, cụ thể lớp 1 có hướng sợi  $\theta_1 = 90^\circ$ , lớp 2 có hướng sợi  $\theta_2 = 0^\circ$ , và hướng sợi lớp 3  $\theta_3$  là biến thiết kế). Chiều dày của mỗi lớp được biết trước  $t = 1 \text{ mm}$ . Tấm composite nhiều lớp chỉ chịu tác dụng của các lực trạng thái ứng suất phẳng [1] (Hình 3). Bài toán tối ưu hóa được trình bày như sau:

$$\min_{\theta} \frac{1}{2} \varepsilon^T A \varepsilon \quad (\text{N/mm}) \quad 0 \leq \theta \leq 180$$

\* Dữ liệu bài toán được trình bày chi tiết như sau:

- $E_x = 1.8E5$  (N/mm<sup>2</sup>) : Mô đun đàn hồi trục x
- $E_y = 0.8E4$  (N/mm<sup>2</sup>) : Mô đun đàn hồi trục y
- $\nu_{xy} = 0.3$  : Hệ số Poisson
- $G_{12} = 0.6E4$  (N/mm<sup>2</sup>) : Mô đun trượt
- $N_x = 3750$  (N) : Lực pháp theo phương X
- $N_y = 2500$  (N) : Lực pháp theo phương Y
- $N_{xy} = 5000$  (N) : Lực tiếp theo phương XY
- $\theta = [90, 0, \theta_3, \theta_3, 0, 90]$  : Hướng sợi của các lớp so với phương X.



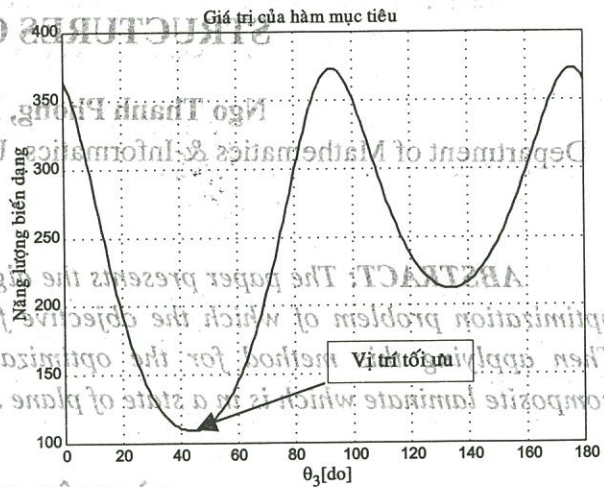
Hình 3 : Trạng thái ứng suất phẳng

\* Kết quả số của giải thuật di truyền [3]

Số lượng quần thể con	2
Số cá thể trong một quần thể con	10
Số lượng phép tính toán giá trị hàm mục tiêu	906
Hướng sợi tối ưu	$\theta_3 = 43.5352$
Năng lượng biến dạng (N/mm)	109.3001

**\* Năng lượng biến dạng (N/mm) với biến thiết kế là hướng sợi của lớp thứ 3:**

Hình 4 : Năng lượng biến dạng của bà toán với biến thiết kế là hướng sợi của lớp thứ 3 (Kết quả này có được bằng cách tính năng lượng biến dạng tại 181 điểm  $\theta_3 = 0, 1, 2, \dots, 180$  và sau đó vẽ thành đồ thị.)  
 Kết quả này dùng để kiểm tra kết quả củ giải thuật di truyền



**5.2 Bài toán nhiều biến thiết kế**

Hàm mục tiêu cần cực tiểu hóa là năng lượng biến dạng của một tấm composite nhiều lớp đối xứng thuần nhất gồm  $2n$  lớp. Hướng sợi của mỗi lớp sẽ là biến thiết kế ( $n$  biến). Chiều dày của mỗi lớp được biết trước  $t = 1 \text{ mm}$ . Tấm nhiều lớp chỉ chịu tác dụng của các lực trạng thái ứng suất phẳng. Bài toán tối ưu hóa được trình bày như sau:

$$\min_{\theta_i} \frac{1}{2} \epsilon^T A \epsilon \quad (\text{N/mm}) \quad 0 \leq \theta_i \leq 180, \quad 1 \leq i \leq n$$

Dữ liệu bài toán được trình bày tương tự như bài toán 1 biến thiết kế

**\* Kết quả số của giải thuật di truyền [3]**

Bài toán	2 biến	3 biến
Số lượng quần thể con	2	2
Số cá thể trong một quần thể con	10	10
Số lượng phép tính toán giá trị hàm mục tiêu	922	1690
Hướng sợi tối ưu	$\theta_1 = 41.4336$ $\theta_2 = 131.4476$	$\theta_1 = 41.5711$ $\theta_2 = 41.2242$ $\theta_3 = 131.7926$
Năng lượng biến dạng (N/mm)	94.2449	50.5662

**6. Kết luận**

- Kết quả của góc tối ưu và giá trị hàm mục tiêu của giải thuật di truyền trong bài toán một biến thiết kế là chính xác so với kết quả của hình 4. Tuy nhiên số lần đánh giá hàm mục tiêu để tìm ra kết quả tối ưu là quá lớn : 906. Nếu giải các bài toán phức tạp, đòi hỏi việc thành lập và giải phần tử hữu hạn ở mỗi bước lặp để đánh giá hàm mục tiêu thì phương pháp di truyền sẽ giải rất lâu. Với bài toán nhiều biến cũng vậy.

- Phương pháp di truyền tuy vậy có tính ưu việt là cho ta một phương pháp tổng quát, trực quan giải quyết được các bài toán tối ưu trong một phạm vi lớn các lãnh vực khác nhau, đặc biệt các bài toán tối ưu có hàm mục tiêu và các ràng buộc là các hàm ẩn mà các phương pháp truyền thống như phương pháp hàm phạt ngoài, hàm phạt trong, phương pháp nhân tử Lagrange vv... không thể giải trực tiếp được.

(Bài báo này được hoàn thành dưới sự tài trợ của đề tài trọng điểm Đại học Quốc gia Tp HCM "Quy luật ứng xử của vật liệu composite")

## APPLYING THE GENETIC ALGORITHM FOR COMPOSITE STRUCTURES OPTIMIZATION

Ngo Thanh Phong, Nguyen Thoi Trung

Department of Mathematics & Informatics, University of Natural Sciences – VNU-HCM

**ABSTRACT:** *The paper presents the algorithm and steps of the genetic algorithm for a optimization problem of which the objective function and constrains are implicit functions. Then applying this method for the optimization problem of the fiber orientation of the composite laminate which is in a state of plane stress.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Berthelot J.M, “*Matériaux composites*”, Ed. Masson, (1992).
- [2] Lý thuyết giải thuật di truyền: [http://www.systemtechnik.tu-ilmenau.de/~pohlheim/GA\\_Toolbox/algintro.html](http://www.systemtechnik.tu-ilmenau.de/~pohlheim/GA_Toolbox/algintro.html)
- [3] Giải thuật di truyền : <http://www.shef.ac.uk/~gaipp/ga-toolbox/>
- [4] Nguyễn Thời Trung, *Tối ưu hóa hướng sợi của vật liệu composite bằng giải thuật di truyền và phương pháp xấp xỉ lồi tuần tự*, Luận văn thạc sĩ cơ học ứng dụng, ĐH Khoa học Tự nhiên Tp HCM, 2003.