

MÔ PHỎNG PHỔ PHẢN XẠ VÀ PHỔ TRUYỀN QUA HỆ MÀNG MỎNG NĂM LỚP BẰNG THUẬT TOÁN MEMETIC

Phan Văn Huân⁽¹⁾, Phạm Văn Lành⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Thủ Dầu Một, ⁽²⁾Trung tâm Giáo dục Thường xuyên tỉnh Tiền Giang

Ngày nhận 6/5/2017; Ngày gửi phản biện: 20/5/2017; Chấp nhận đăng: 6/7/2017

Email: huanpv@tdmu.edu.vn

Tóm tắt

Sử dụng thuật toán Memetic mô phỏng phổ phản xạ (R) và phổ truyền qua (T) hệ màng mỏng năm lớp có cấu trúc điện môi / kim loại cho kết quả mô phỏng khá chính xác, phù hợp với thực nghiệm và các kết quả của các công trình nghiên cứu của các tác giả khác. Kết quả cho thấy triển vọng của việc ứng dụng thuật toán Memetic trong vấn đề mô phỏng màng đa lớp là rất lớn. Chương trình mô phỏng trong bài báo này được viết bằng ngôn ngữ MatLab 7.1, ứng dụng trong việc mô phỏng phổ truyền qua và phản xạ của gương nóng truyền qua, kết quả của nó có thể mở rộng để áp dụng vào các loại màng đa lớp khác.

Từ khóa: Memetic, mô phỏng, màng đa lớp, TiO_2 ; phổ $R - T$.

Abstract

SIMULATE REFLECTANCE SPECTRA AND DIAPHRAGM OF FIVE LAYERS SYSTEM TRANSMISSION SPECTRA WITH MEMETIC ALGORITHM

Using Memetic algorithm to simulate reflectance spectra (R) and transmission spectra (T) diaphragm of five layers system which has the dielectric structure / metal gives the simulation results are quite accurate, consistent with experiment and the results of research works of other authors. The results show that the potential of applying Memetic algorithm in multilayer membrane simulation is very large. The simulation program in this article is written in MatLab 7.1, which is used to simulate the transmittance and reflection of the transmitted heat mirror, and its results can be extended to apply to other kinds of multilayer membrane.

1. Giới thiệu

Màng mỏng quang học là lớp vật liệu phủ lên trên bề mặt một chi tiết quang học, nó có bề dày quang học có thể tính theo bước sóng ánh sáng và có tính chất quang nhất định. Về cấu tạo, màng mỏng quang học có thể phân ra thành màng đơn lớp và màng đa lớp, các lớp có thể làm bằng kim loại, điện môi hay gồm các lớp kim loại, điện môi xen kẽ nhau. Tùy vào cấu tạo, màng mỏng quang học có các tính chất quang khác nhau như: màng phản xạ, khử phản xạ, "gương nóng truyền qua", kính lọc... Màng mỏng quang học được ứng dụng trong nhiều ngành khoa học kỹ thuật và trong đời sống. Hiện nay màng mỏng quang học vẫn đang được các nhà khoa học tiếp tục nghiên cứu chế tạo, ứng dụng và đã đạt được các kết quả quan trọng [1,2].

Trong quá trình chế tạo màng mỏng quang học, việc thiết kế và mô phỏng bằng máy tính đóng vai trò rất quan trọng, nó định hướng cho việc chế tạo trong thực tế. Tuy nhiên quá trình

thiết kế thường gặp nhiều khó khăn trong việc tối ưu hóa các thông số kỹ thuật của màng như hệ số phản xạ, hệ số truyền qua, số lớp, bề dày của các lớp đối với một miền bước sóng đang khảo sát (đây là bài toán tối ưu toàn cục, nhiều biến). Đã có nhiều phương pháp được áp dụng để khắc phục các khó khăn này, trong đó xu hướng áp dụng tính toán tiến hóa đã và đang được sự quan tâm của rất nhiều nhà nghiên cứu [11,12]. Tính toán tiến hóa là lĩnh vực tính toán số (*numerical computing*), ra đời để khắc phục các khó khăn trong việc giải quyết các vấn đề khó giải chính xác bằng máy tính (*NP-Problems*) và các bài toán tối ưu. Dựa trên sự mô phỏng quá trình tiến hóa của sinh vật trong tự nhiên (theo học thuyết Darwin) các "Thuật toán di truyền" (*Genetic Algorithms*) và "Chiến lược tiến hóa" (*Strategy Evolutionary*) đã được thiết lập và áp dụng thành công vào nhiều lĩnh vực [5, 6].

Trong bài báo này chúng tôi trình bày một cách tiếp cận dựa trên sự mô phỏng quá trình tiến hóa văn hóa (*cultural evolution*) trong đời sống xã hội (học thuyết của Richard Dawkins). Theo cách tiếp cận này, các thuật toán di truyền được cải tiến, kết hợp vào nó các thuật toán tìm kiếm cục bộ (*local search*), từ đó cải thiện được hiệu quả xử lý trong một số lĩnh vực của khoa học kỹ thuật. Các thuật toán di truyền có kết hợp với thuật toán tìm kiếm cục bộ được gọi là thuật toán Memetic [15]. Chúng tôi sử dụng phương pháp ma trận để tính các hệ số phản xạ và hệ số truyền qua của một "gương nóng truyền qua" và áp dụng một thuật toán Memetic "sự tiến hóa dựa trên cạnh tranh trong gia đình" (*Family Competition Evolutionary Algorithm*) [11] để tối ưu hóa bề dày vật lý của các lớp màng nhằm mục tiêu đưa các hệ số phản xạ và truyền qua của gương tiệm cận cao nhất với giá trị tối ưu. Phương pháp được sử dụng này thể mở rộng áp dụng cho việc mô phỏng các hệ màng mỏng quang học khác và sẽ phát huy hiệu quả cao hơn khi hệ thống máy tính chạy chương trình mô phỏng được kết chùm (*cluster*) để chạy song song.

2. Cơ sở lý thuyết của thuật toán memetic

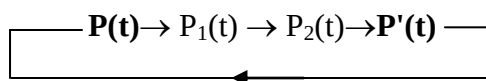
2.1. Thuật toán Memetic

Thuật toán Memetic còn được gọi là Thuật toán di truyền lai (*Hybrid Genetic Algorithms*), *Genetic Local Searchers*, *Lamarckian Genetic Algorithms* [10]. Thuật toán Memetic có sự kết hợp với chiến lược tiến hóa còn gọi là thuật toán "Sự tiến hóa dựa trên sự cạnh tranh trong gia đình - FCEA" [8], các quần thể khi được tạo ra sẽ được tối ưu hóa cục bộ trước khi đưa vào quá trình tiến hóa tiếp theo. Sự cải tiến này làm cho quá trình hội tụ của các lời giải dự bị về lời giải tối ưu được nhanh hơn. Áp dụng Thuật toán Memetic (thuật toán FCEA cải tiến) trong việc mô phỏng màng mỏng đa lớp đã đem lại hiệu quả cao hơn so với áp dụng Thuật toán tiến hóa thuần túy.

2.2. Cài đặt thuật toán

2.2.1. Cải tiến thuật toán Memetic

Trong quá trình xử lý tiến hóa thuật toán Memetic lần lượt tạo ra ba quần thể khác nhau, quần thể tạo ra trước trở thành đầu vào cho quá trình tiến hóa tiếp:



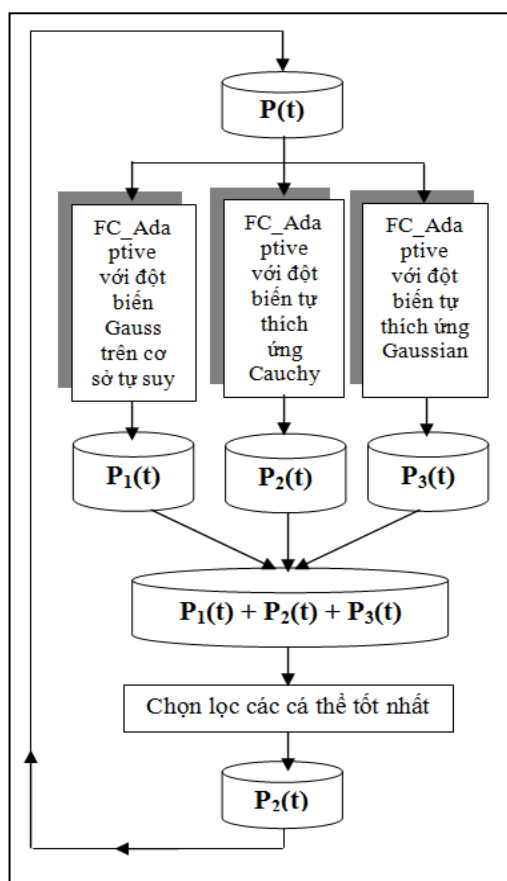
Hình 1: Chu trình tiến hóa các quần thể theo Memetic

Trong đó: **P(t)**: Quần thể ban đầu; **P₁(t)**: Sinh ra từ **P** trong đó sử dụng toán tử đột biến Gauss trên cơ sở tự suy giảm; **P₂(t)**: Sinh ra từ **P₁** trong đó sử dụng toán tử đột biến tự

thích ứng Cauchy; $P'(t)$: Sinh ra từ P_2 trong đó sử dụng toán tử đột biến tự thích ứng Gauss. Đây là quá trình xử lý tuần tự, áp dụng phương pháp đột biến khác nhau cho từng quần thể; Bên cạnh ưu điểm là có khả năng tạo ra các cá thể có độ thích nghi tốt nhiều hơn, nó có thể phát sinh các nhược điểm là tiến trình xử lý tiến hóa quần thể $P_1(t)$ để tạo quần thể $P_2(t)$ có thể xảy ra việc áp dụng các toán tử tiến hóa trên các cá thể có độ thích nghi tốt trong P_1 để tạo ra cá thể có độ thích nghi kém hơn; điều này dẫn đến tăng một cách vô ích thời gian xử lý. Điều đó cũng xảy ra một cách tương tự khi tiến hóa quần thể P_2 để tạo ra quần thể $P'(t)$. Nhằm kết hợp cả hai ưu điểm có từ thuật toán Memetic và "Mô hình các đảo" [14], khắc phục nhược điểm của Thuật toán Memetic, chúng tôi có cải tiến quá trình tiến hóa các quần thể của Thuật toán Memetic:

- Từ quần thể ban đầu $P(t)$ tiến hành riêng rẽ (hoặc song song): Áp dụng thủ tục FC_Adaptive đối với $P(t)$, trong đó áp dụng phương pháp tạo đột biến Gauss trên cơ sở tự suy giảm, tạo ra quần thể $P_1(t)$. Áp dụng thủ tục FC_Adaptive đối với $P(t)$, trong đó áp dụng phương pháp tạo đột biến tự thích ứng Cauchy, tạo ra quần thể $P_2(t)$. Áp dụng thủ tục FC_Adaptive đối với $P(t)$, trong đó áp dụng phương pháp tạo đột biến tự thích ứng Gaussian, tạo ra quần thể $P_3(t)$.

- Gộp các quần thể $P_1(t)$, $P_2(t)$, $P_3(t)$ tạo thành quần thể P^* . Gọi N là số cá thể trong các quần thể P , từ P^* chọn lựa ra N cá thể có độ thích nghi tốt nhất để tạo thành quần thể mới $P'(t)$ và $P'(t)$ sẽ trở thành quần thể đầu vào cho quá trình tiến hóa kế tiếp. Có thể mô tả quá trình trên bằng lược đồ như hình 2.

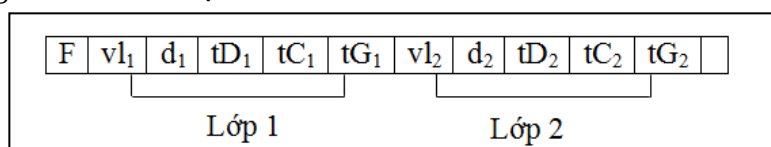


Hình 2: Lược đồ mô tả quá trình xử lý của Thuật toán Memetic

2.2.2. Các thành phần chính của thuật toán

2.2.2.1. Biểu diễn một cá thể, quần thể

Chúng tôi biểu diễn một cá thể như sau:



Hình 3: Biểu diễn một cá thể

Mỗi cá thể được biểu diễn bởi một mảng một chiều có các phần tử, trừ phần tử đầu tiên F chứa giá trị của hàm Fitness ứng với cá thể, các phần tử mảng còn lại được chia thành từng đoạn liên tục, mỗi đoạn có 5 phần tử mảng với ý nghĩa: v_i : Mã hóa loại vật liệu của lớp thứ i ;

d_i : bề dày vật lý của lớp thứ i ; tD_i : tham số tiến hoá Decreasing-Based Gaussian; tC_i : tham số tiến hóa Self-Adaptive Cauchy; tG_i : tham số tiến hóa Self-Adaptive Gaussian. Mỗi quần thể là một mảng hai chiều, trong đó mỗi dòng là một cá thể.

2.2.2.2. Hàm thích nghi (Fitness Function)

Gương nóng truyền qua có tính chất quang học đặc biệt là: trong vùng khả kiến (VIS): Độ truyền qua cao, độ phản xạ thấp; trong vùng hồng ngoại (IR): Độ truyền qua thấp và độ phản xạ cao. Một gương nóng truyền qua lý tưởng sẽ có: $T = 1$, $R = 0$ trong vùng khả kiến (bước sóng từ 400 nm đến 700 nm); $T = 0$, $R = 1$ trong vùng hồng ngoại gần (bước sóng từ 700 nm đến 2000 nm). Từ đó, đối với gương nóng lý tưởng $\mathbf{Z} = \mathbf{T}_{VIS} \cdot \mathbf{R}_{IR} = \mathbf{1}$. Tuy nhiên trên thực tế chúng ta chỉ đo được độ truyền qua trung bình và độ phản xạ trung bình, do đó điều kiện tối ưu được viết: $\mathbf{Z} = (\mathbf{T}_{VIS})_{tb} \cdot (\mathbf{R}_{IR})_{tb} \leq \mathbf{1}$. Trên cơ sở đó chúng tôi xây dựng hàm thích nghi: $f = 1 - \mathbf{Z}$.

Giá trị f càng gần 0 $\Leftrightarrow$ Độ thích nghi càng cao

2.2.2.3. Các tham số điều khiển quá trình tiến hoá

Trong việc cài đặt thuật toán, chúng tôi sử dụng các tham số (bảng 1)

Tên tham số	Giá trị	Ý nghĩa
GenerationNumber	50	Số thế hệ trong quá trình tiến hóa
PopSize	50	Số cá thể trong một quần thể
Solop	Tùy chọn	Số lớp của hệ màng mỏng quang học
CrossoverRate	0.8	Xác suất lai ghép
MutationRate	0.4	Xác suất đột biến
TournamentSize	10	Số lượng cá thể trong một nhóm (dùng cho lựa chọn theo Tournament Selection)
LCom	6	Số cá thể trong một gia đình (dùng cho cạnh tranh trong 1 gia đình)

Bảng 1: Danh mục các tham số cài đặt thuật toán.

2.2.2.4. Các toán tử tiến hóa

Chúng tôi sử dụng các toán tử tiến hóa được dùng trong Chiến lược tiến hóa [5,6,7,11]. *Toán tử lai ghép* sử dụng phương pháp kết hợp điểm giữa. *Toán tử đột biến* sử dụng tất cả các phương pháp đột biến: Đột biến Gaussian trên cơ sở suy giảm (Decreasing-Based Gaussian). - Đột biến tự thích ứng Cauchy (Self-Adaptive Cauchy Mutation). Đột biến tự thích ứng Gaussian (Self-Adaptive Gaussian Mutation). Quy tắc tương thích (Adaptive Rules) với hệ số tương thích là 0.97. Số ngẫu nhiên sử dụng trong cài đặt toán tử lai ghép và đột biến: hàm rand của MatLab cho số ngẫu nhiên trong đoạn [0; 1]; hàm randn của MatLab cho số ngẫu nhiên theo phân bố Gauss với trung vị là 0 và độ lệch chuẩn là 1; hàm randCauchy (do chúng tôi tự viết - xin xem phụ lục) cho số ngẫu nhiên theo phân bố Gauss với trung vị là 0 và độ lệch chuẩn là 1.

2.2.2.5. Sự lựa chọn

Chọn cá thể cho các toán tử tiến hóa: Áp dụng phương pháp lựa chọn đấu loại (Tournament Selection) với kích thước TournamentSize (trong bảng 3.1).

Chọn cá thể có độ thích nghi tốt nhất: Trong thuật toán chúng tôi cài đặt độ thích nghi $f = 1 - \mathbf{Z}$. Từ đó f càng gần 0 thì cá thể có độ thích nghi càng tốt. Để chọn cá thể có độ thích nghi tốt nhất, chúng tôi tiến hành sắp xếp các dòng trong mảng 2 chiều biểu diễn quần thể theo trật tự tăng dần của f (chúng tôi sử dụng hàm sortrows của MatLab), lấy ra cá thể tại dòng 1, đây là cá thể có độ thích nghi tốt nhất trong quần thể.

2.2.3. Cài đặt chương trình

Chương trình được viết bằng ngôn ngữ MatLab. Chạy trên nền Hệ điều hành Windows XP. Máy vi tính dùng chạy thử nghiệm chương trình có cấu hình cơ bản là Micro Processor: Pentium 4, 2.4 GHz; RAM: 256 Mb; Hard Disk: 40 Gb.

2.3. Các thông số quang học của vật liệu dùng trong mô phỏng

Hiện nay, các màng mỏng quang học dùng cho gương nóng truyền qua có cấu trúc nhiều lớp và được cấu tạo theo các cách sau:

Môi trường // Điện môi // Kim loại // ...// Kim loại / Điện môi // Đế

hoặc : Môi trường // Điện môi // Điện môi // ... // Điện môi // Đế

Trong sản xuất công nghiệp các kim loại thường dùng là : Ag, Cu, Cr, ...và các chất điện môi như : TiO_2 , ZnS , ZrO_2 , MgF_2 , Al_2O_3 , Ta_2O_5 , Y_2O_3 , CeO_2 ...

Các điện môi và kim loại sử dụng kết hợp nhau trong hệ màng mỏng quang học của một gương nóng truyền qua phải thỏa mãn hai điều kiện :

- Các lớp chiết suất cao (H) và thấp (L) xen kẽ nhau: Môi trường // H // L // ... //H // Đế

- Các lớp phải có độ bám dính tốt với nhau và với đế. Ngoài ra lớp vật liệu ngoài cùng phải chịu đựng tốt đối với tác động của môi trường như nhiệt độ, áp suất, ma sát...

2.4. Tính chất quang học của một số vật liệu

Bạc (Ag): Là kim loại dùng phổ biến trong chế tạo gương nóng truyền qua vì nó có độ hấp thụ thấp và độ phản xạ cao trong vùng hồng ngoại. Vì Ag là kim loại dẫn điện nên khi sử dụng phương pháp ma trận để tính hệ số phản xạ R và hệ số truyền qua T, ta sử dụng chiết suất phức: $n^* = n - ik$. Trong đó: n : phần thực của chiết suất (Refractive Index); k: hệ số tắt (Extinction Coefficient) và được cho theo bảng sau [11].

Bước sóng λ (nm)	n	k
400	0.05	2.25
500	0.05	3.07
600	0.05	4.00
700	0.05	4.80
800	0.05	5.60
900	0.06	6.40
1000	0.06	7.18
1100	0.07	8.00
1200	0.09	8.70
1300	0.10	9.50
1400	0.12	10.10
1500	0.14	11.03
1600	0.16	11.80
1700	0.18	12.50
1800	0.20	13.15
1900	0.22	13.75
2000	0.25	14.50

Bảng 2: Chiết suất và hệ số tắt của màng Ag (20 nm)

Chiết suất n và hệ số tắt k tại các bước sóng λ khác trong đoạn $[350; 2000]$ với $\Delta\lambda=5$ nm được tính gần đúng dựa trên các số liệu của bảng 4.2 ở trên (chúng tôi sử dụng các hàm **polyfit** và **polyval** của MatLab). Ngoài ra màng Ag cần phải có bề dày vật lý từ **16 nm đến 24 nm**, vì nếu màng có bề dày nhỏ hơn sẽ không đảm bảo cấu trúc liên tục [11].

TiO₂: Là điện môi thường dùng trong chế tạo các màng cho gương nóng truyền qua. Nó được sử dụng trong lớp có chiết suất cao, khi chế tạo màng bằng phương pháp phún xạ, màng TiO₂ có chiết suất $n = 2.45$ tại bước sóng 550 nm. Chiết suất của màng TiO₂ tại các bước sóng λ khác được tính gần đúng theo công thức Cauchy (được xây dựng từ các số đo thực nghiệm và đã được công bố trong [8]):

$$n(\lambda) = n_{\lambda=550} \sqrt{0.833 + \frac{0.0162}{\lambda^2} + \frac{0.00584}{\lambda^4}} \quad (\lambda \text{ tính theo đơn vị: } \mu\text{m})$$

ZnS: Được sử dụng trong lớp có chiết suất cao trong cấu trúc hệ màng mỏng quang học đa lớp của gương nóng truyền qua, chiết suất của màng ZnS đo được trong thực nghiệm [11]. Từ bảng số liệu thực nghiệm này, ta có thể tính gần đúng chiết suất của ZnS cho các bước sóng λ khác trong đoạn $[350; 2000]$ với $\Delta\lambda = 5$ nm (tương tự như thực hiện đối với Ag).

Một số chất điện môi khác: Một số chất điện môi dùng trong chế tạo gương nóng truyền qua có chiết suất được tính gần đúng theo các công thức Cauchy sau [11]:

$$\text{SnO}_2 (n_{\lambda=550} = 2.000) : n(\lambda) = n_{\lambda=550} \cdot \left(0.975 + \frac{0.0085}{\lambda^2} \right)$$

$$\text{Ta}_2\text{O}_5 (n_{\lambda=550} = 2.112) : n(\lambda) = 2.0432 + \frac{1.55 \cdot 10^4}{\lambda^2} + \frac{1.58 \cdot 10^9}{\lambda^4}$$

$$\text{ZrO}_2 (n_{\lambda=550} = 2.054) : n(\lambda) = 2.0569 - \frac{7.16 \cdot 10^3}{\lambda^2} + \frac{1.90 \cdot 10^9}{\lambda^4}$$

$$\text{Y}_2\text{O}_3 (n_{\lambda=550} = 1.798) : n(\lambda) = 1.8069 + \frac{8.04 \cdot 10^3}{\lambda^2} + \frac{1.64 \cdot 10^9}{\lambda^4}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 (n_{\lambda=550} = 1.634) : n(\lambda) = 1.6203 + \frac{3.40 \cdot 10^3}{\lambda^2} + \frac{1.86 \cdot 10^8}{\lambda^4}$$

3. Kết quả thực nghiệm và nhận xét

- Trong việc mô phỏng phổ R-T của gương nóng truyền qua chúng tôi sử dụng các vật liệu: kim loại: **Ag**, có bề dày vật lý giới hạn từ 16 nm đến 24 nm; điện môi **TiO₂**, **ZnS**, **ZrO₂** có bề dày vật lý giới hạn từ 5 nm đến 100 nm; để là thủy tinh **Bk7** (chiết suất $n = 1.51$); môi trường là **không khí** (chiết suất $n = 1$); số lớp màng 3, 5, 7, 9.

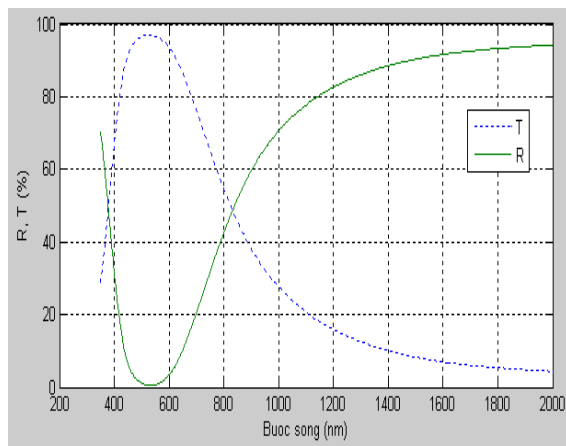
- Cho chương trình chạy mô phỏng nhiều lần để chọn ra cấu hình màng mỏng thích hợp, cấu hình được chọn phải có các thông số thỏa mãn các yêu cầu: hệ số truyền qua trung bình trong vùng khả kiến $(T_{\text{VIS}})_{\text{tb}}$ và hệ số phản xạ trong vùng hồng ngoại $(R_{\text{IR}})_{\text{tb}}$ lớn nhất; hệ số truyền qua cực đại T_{max} trong miền bước sóng từ: 520 nm đến 580 nm (lân cận bước sóng 550 nm); giá trị $Z = (T_{\text{VIS}})_{\text{tb}} \cdot (R_{\text{IR}})_{\text{tb}}$ lớn nhất.

- Trong trình bày các thông số tối ưu của các kết quả chạy mô phỏng, chúng tôi sử dụng các ký hiệu với ý nghĩa: d : Bề dày vật lý của các lớp; T_{max} : hệ số truyền qua cực đại trong miền khả kiến; λ_m : Bước sóng tại đó đạt T_{max} ; T_{tb} : hệ số truyền qua trung bình trong miền khả kiến; R_{tb} : hệ số phản xạ trung bình trong miền hồng ngoại.

3.1. Kết quả mô phỏng dùng kiểm chứng tính ổn định của thuật toán Memetic

- Hệ màng 3 lớp: Không khí // TiO_2 // Ag // TiO_2 // Thủy tinh BK7

Qua 10 lần chạy chương trình và chọn ra một kết quả tốt nhất, chúng tôi thu được **Phổ R-T** :



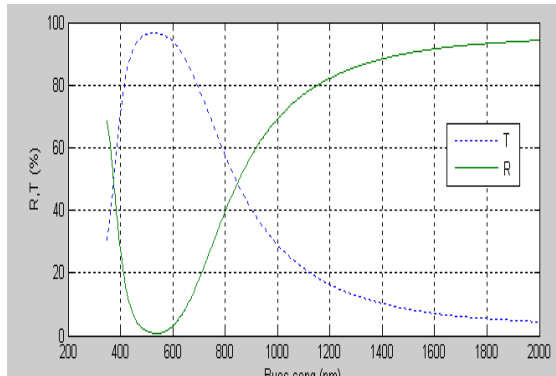
Hình 2: Phổ R-T của màng Không khí // TiO_2 // Ag // TiO_2 // Thủy tinh BK7

Thông số tối ưu	Giá trị
d (nm)	34.0 // 17.0 // 34.0
$T_{\max}(\%)$	96.91
$\lambda_m(\text{nm})$	525
$T_{tb}(\%)$	87.36
$R_{tb}(\%)$	81.56
Z	0.7125

Bảng 3: Các thông số tối ưu của hệ màng TiO_2 // Ag // TiO_2

- Hệ màng 3 lớp: Không khí // ZnS // Ag // ZnS // Thủy tinh BK7

Qua 10 lần chạy chương trình và chọn ra một kết quả tốt nhất, chúng tôi thu được **Phổ R-T**



Hình 3: Phổ R-T của màng Không khí // ZnS // Ag // ZnS // Thủy tinh BK7

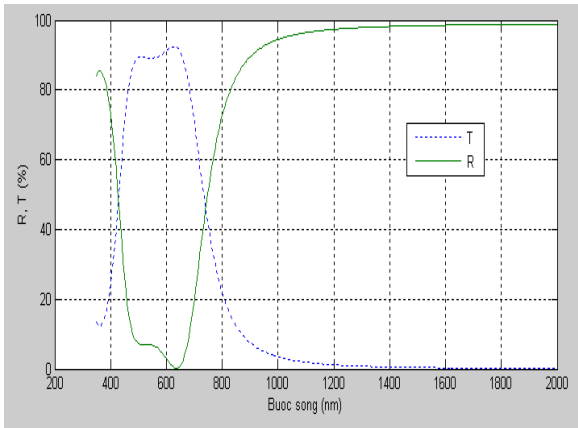
Thông số tối ưu	Giá trị
d (nm)	34.5 // 17.4 // 34.8
$T_{\max}(\%)$	96.58
$\lambda_m(\text{nm})$	530
$T_{tb}(\%)$	88.26
$R_{tb}(\%)$	80.88
Z	0.7138

Bảng 4: Các thông số tối ưu của hệ màng ZnS // Ag // ZnS

Nhận xét: Với quần thể ban đầu được khởi tạo một cách **ngẫu nhiên**, sau khi chạy chương trình áp dụng thuật toán **Memetic** 10 lần với hai hệ màng khác nhau; kết quả cho thấy các thông số tối ưu của mỗi hệ màng ở các lần chạy chương trình chỉ khác nhau không quá 3%, bề dày vật lý của các lớp khác nhau không quá 5% . Các lời giải phát sinh trong quá trình tiến hóa luôn có sự hội tụ. Chương trình có tính ổn định cao

3.2. Kết quả mô phỏng của thuật toán Memetic dùng để định hướng chế tạo

- Hệ màng 5 lớp: Không khí // TiO_2 // Ag // TiO_2 // Ag // TiO_2 // Thủy tinh BK7: Qua 10 lần chạy chương trình và chọn ra một kết quả tốt nhất, chúng tôi thu được Phổ R-T:

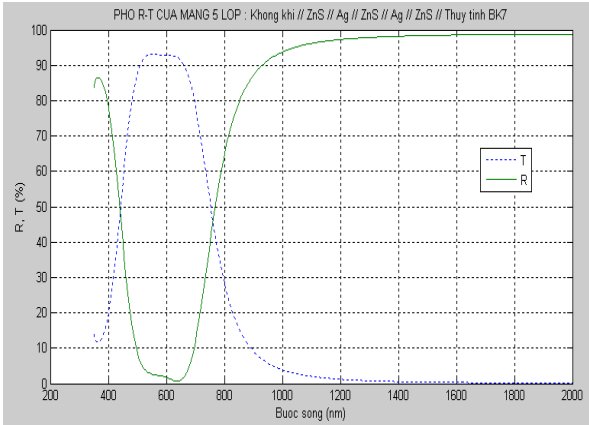


Hình 4: Phổ R-T của màng Không khí // TiO_2 // Ag // TiO_2 // Thủy tinh BK7

Thông số tối ưu	Giá trị
d (nm)	36 // 16.6 // 75.4 // 17.7 // 32.5
$T_{\max}$ (%)	92.46
λ_m (nm)	625
T_{tb} (%)	78.98
R_{tb} (%)	95.20
Z	0.7518

Bảng 5: Các thông số tối ưu của hệ màng TiO_2 // Ag // TiO_2 Ag // TiO_2

• Hệ màng 5 lớp: Không khí // ZnS // Ag // ZnS // Ag // ZnS //Thủy tinh BK7: Qua 10 lần chạy chương trình và chọn ra một kết quả tốt nhất, chúng tôi thu được Phổ R-T:



Hình 3.4: Phổ R-T của màng Không khí // TiO_2 // Ag // TiO_2 // Ag // TiO_2 // Thủy tinh BK7

Thông số tối ưu	Giá trị
d (nm)	35.0 // 16.4 // 78.2 // 18.6 // 38.3
$T_{\max}$ (%)	93.09
λ_m (nm)	555
T_{tb} (%)	80.20
R_{tb} (%)	94.32
Z	0.7564

Bảng 3.4: Các thông số tối ưu của hệ màng ZnS // Ag //ZnS // Ag //ZnS

Qua chạy mô phỏng nhiều lần, chọn ra phương án tối ưu nhất cho từng hệ, chúng tôi nhận thấy hệ số truyền qua giảm và hệ số phản xạ tăng khi số lớp tăng lên các hệ có số màng từ 7 trở lên có hệ số truyền qua không phù hợp với ứng dụng trong thực tế. Do đó , khi sử dụng các vật liệu điện môi là TiO_2 , ZnS với kim loại Ag thì số lớp nên là 3 hoặc 5 tùy theo nhu cầu ứng dụng.

4. Kết luận

Sử dụng thuật toán Memetic cho kết quả mô phỏng khá chính xác, phù hợp với thực nghiệm và các kết quả của các công trình nghiên cứu của các tác giả khác. Điều đó chứng tỏ tính hiệu quả của phương pháp tính số dựa trên thuật toán Memetic trong việc mô phỏng các hệ màng quang học đa lớp. Qua mô phỏng phổ R-T và các thông số tối ưu của các hệ màng mỏng đa lớp sử dụng TiO_2 và Ag, ZnS và Ag làm các màng mỏng quang học cho gương nóng truyền qua ta thấy rằng với hai các cặp vật liệu này thì số lớp tối đa trong cấu trúc của hệ màng là 3 lớp hoặc 5 lớp; với số lớp lớn hơn các thông số không còn phù hợp với thực tế ứng

dụng. Để nâng cao hơn nữa giá trị của các thông số tối ưu của gương nóng truyền qua chúng ta cần tìm một tổ hợp vật liệu khác, không phải bằng cách tăng số lớp màng đối với các vật liệu này. Kết quả nghiên cứu cho thấy triển vọng của việc ứng dụng các thuật toán Memetic trong vấn đề mô phỏng các hệ màng mỏng quang học đa lớp là rất lớn. Trong bài báo này chúng tôi chỉ mới ứng dụng trong việc mô phỏng phổ truyền qua (T) và phổ phản xạ (R) của hệ màng mỏng 5 lớp của gương nóng truyền qua, kết quả của nó có thể mở rộng để áp dụng vào các loại màng đa lớp khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Tuấn, *Các tính chất quang điện của màng mỏng đa lớp tạo bởi phương pháp phun xạ Magnetron*, Hội nghị tổng kết nghiên cứu cơ bản trong khoa học tự nhiên khu vực phía Nam năm 2005.
- [2] Lê Khắc Bình, *Chế tạo và nghiên cứu một số màng mỏng ITO và màng đa lớp*, Hội nghị tổng kết nghiên cứu cơ bản trong khoa học tự nhiên khu vực phía Nam năm 2005.
- [3] Trần Đình Tường, *Màng mỏng quang học*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [4] Nguyễn Khánh Dũng, *Chuyên đề Vật lý màng mỏng*, 2004.
- [5] Nguyễn Hoàng Phương, Nadipuram R.Prasad, Lê Linh Phong, *Nhập môn trí tuệ tính toán*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
- [6] Hoàng Kiếm, Lê Hoàng Thái, *Thuật giải di truyền - Cách giải tự nhiên các bài toán trên máy tính*, NXB Giáo dục, 2001.
- [7] Nguyễn Đình Thúc, *Lập trình tiến hóa*, NXB Giáo dục, 2004.
- [8] Sophocles J. Orfanidis, *Electromagnetic Waves and Antennas*, Rutgers University, 2003.
- [9] S.M.A. Durrani, *Dielectric / Ag / Dielectric Coated Energy-Efficient Glass Windows for warm climates*, Energy and Building 36, (2004) pp 891-898.
- [10] Anne H.Webster - Michele A. Mossman, *Control of reflection at an optical interface in the absence of total internal reflection for a retroreflective display applicaton*, Optical Society of America, 2006.
- [11] Jinn Moon Yang - Cheng Yan Kao, *Efficient evolutionary algorithm for the thin-film synthesis of inhomogeneous optical coatings*, Appied Optics / Vol. 40, No. 19/ 1 July 2001, Optical Society of America.
- [12] R.J.W. Hodgson, *Memetic Algorithm Approach to Thin - Film Optical Coatings Design*.
- [13] J.A. Hageman - R. Wehrens - H.A. van Sprang - L.M.C. Buydens, *Hybrid genetic algorithm-tabu search approach for optimising multilayer optical coatings*, Analytica Chmica Acta 490 (2003) p211-222.
- [14] Felix Streichert (University of Tuebingen), *Introduction to Evolutionary Algorithms*.
- [15] Pablo Moscato, *On Evolution, Serach, Optimization, Genetic algorithms and Martial Arts*, California Institute of technology, Pesadena, CA 91125, U.S.A