

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN PSO  
ĐỂ THIẾT KẾ MẠCH LỌC NOTCH THÍCH NGHI  
RESEARCH ON USING PSO ALGORITHM  
TO DESIGN ADAPTIVE NOTCH FILTER**

**ThS. Phù Thị Ngọc Hiếu**

**Khoa Điện – Điện tử Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM**

**TÓM TẮT**

*Bộ lọc Notch là một trong những giải pháp để lọc nhiễu tuần hoàn trong các ứng dụng y sinh: đo điện tim, điện não... Bộ lọc Notch thích nghi truyền thống thường dùng thuật toán LMS (Least Mean Square) để thiết kế. Tuy nhiên tốc độ hội tụ của thuật toán này chậm, chất lượng của bộ lọc phụ thuộc rất nhiều vào cách chọn bước thích nghi. Thuật toán PSO (Particle Swarm Optimization) là một dạng của thuật toán tiến hoá quần thể được ứng dụng giải bài toán tối ưu với ưu điểm đơn giản, ít phụ thuộc thông số. Việc ứng dụng thuật toán PSO vào việc thiết kế bộ lọc sẽ tăng tốc độ hội tụ và chất lượng bộ lọc.*

**Từ khóa:** *Bộ lọc Notch thích nghi, thuật toán PSO, thuật toán LMS*

**ABSTRACT :**

*Notch filter is one of the solutions for remove noise in biomedical signals: ECG signal... Traditional notch filter usually base on LMS algorithm (Least Mean Square). The problem of this filter is slow convergence, serious affected by step-size. PSO algorithm (Particle Swarm Optimization) is the form of evolutionary algorithm, applicated for researching optimization resolution. Having advantages of simplicity, not depending on parameter, Notch filter based on PSO increase speed of convergence and decrease error.*

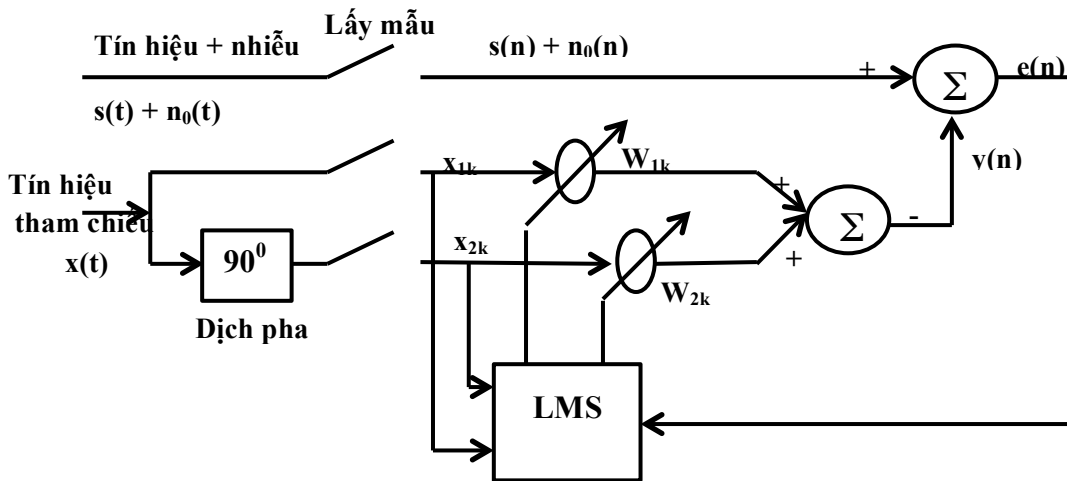
**Keyword:** *ANF (Adaptive Notch Filter), PSO algorithm, LMS algorithm.*

**I. GIỚI THIỆU**

PSO được xây dựng dựa trên việc mô hình hóa việc đàn chim bay đi tìm kiếm thức ăn, sử dụng sự tương tác giữa các cá thể trong một quần thể để khám phá không gian tìm kiếm. Phương pháp tối ưu bầy đàn này, được giới thiệu vào năm 1995 tại một hội nghị của IEEE bởi James Kennedy và kỹ sư Russell C. Eberhart. Thuật toán có nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực cần giải quyết các bài toán tối ưu hóa với không gian tìm kiếm rộng, thuật toán đơn giản, ước lượng được giá trị tối ưu toàn cục và bền vững.

**II. BỘ LỌC NOTCH THÍCH NGHI TRUYỀN THỐNG DÙNG THUẬT TOÁN LMS**

Bernard Widrow là tác giả đầu tiên đưa ra mô hình bộ lọc nhiễu thích nghi Notch. Mô hình của ông được xem là tiền đề quan trọng và còn được sử dụng rộng rãi cho tới ngày nay.



**Hình 1:** Bộ lọc Notch thích nghi dùng thuật toán LMS

Thuật toán LMS điều chỉnh ma trận trọng số  $W$  sao cho có thể xấp xỉ gần đúng nhất với nhiễu  $n_0(n)$  của tín hiệu từ tín hiệu nhiễu tham chiếu.

Tín hiệu nhiễu tham chiếu có dạng hàm sin và cos. Tín hiệu nhiễu tham chiếu  $x(n) = C\cos(k\omega_0 + \phi)$  chứa tần số tín hiệu nhiễu cần triệt  $\omega_0$  và góc pha ban đầu tham chiếu  $\phi$ . Yêu cầu là tín hiệu tham chiếu nhiễu không tương quan với tín hiệu gốc nhưng tương quan với tín hiệu nhiễu.

Ngõ ra mạch lọc  $e(n)$  là lệch giữa tín hiệu kèm nhiễu  $s(n) + n_0(n)$  và tín hiệu nhiễu đã xấp xỉ  $y(n)$ , cũng chính là tín hiệu chưa lẫn nhiễu ban đầu.

Thuật toán LMS cập nhật ma trận trọng số được Widrow và Hoff đề xuất:

$$W_{1,k+1} = W_{1,k} + 2\mu\epsilon_k x_{1k}$$

$$W_{2,k+1} = W_{2,k} + 2\mu\epsilon_k x_{2k}$$

Với  $\mu$  là giá trị bước thích nghi (step-size)

Đối với thuật toán LMS việc chọn đúng giá trị bước thích nghi rất quan trọng, nó quyết định chất lượng bộ lọc đây cũng là nhược điểm của bộ lọc này.

### III. BỘ LỌC NOTCH THÍCH NGHI DÙNG THUẬT TOÁN PSO

Thuật toán PSO mô phỏng quá trình tìm kiếm thức ăn của bầy chim trong thực tế, để giải quyết bài toán tối ưu hóa tìm kiếm ma trận trọng số  $W$  tối ưu để tối thiểu hàm mục tiêu (fitness function) dùng tiêu chuẩn IEA là sai số giữa tín hiệu sau lọc và tín hiệu chưa lẫn nhiễu ban đầu.

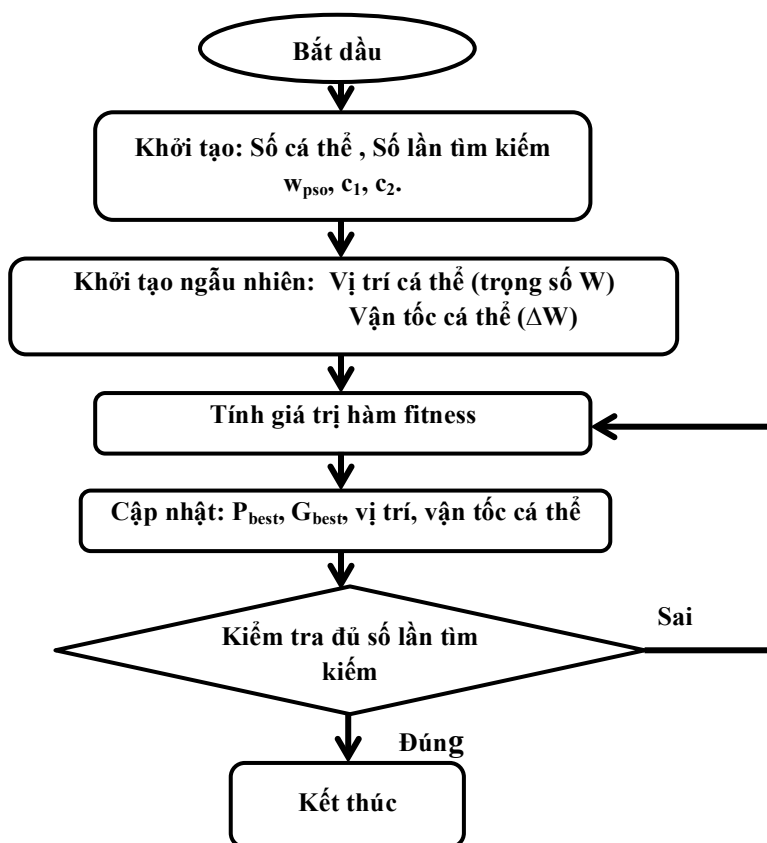
$$fitness = IEA = \sum e^2(n) / N.$$

Các cá thể (nghiệm, trong số  $W$ ) được khởi tạo ngẫu nhiên vị trí ban đầu và vận tốc. Nghiệm tối ưu được tìm bằng cách cập nhật các thể hệ. Các cá thể được cập nhật theo 3 thông số: vị trí cá thể và hai giá trị tốt nhất tại thời điểm hiện tại. Giá trị thứ nhất là nghiệm tốt nhất của cá thể đạt được cho tới thời điểm hiện tại, gọi là  $P_{best}$ . Giá trị còn lại là nghiệm tối ưu toàn cục  $G_{best}$  mà quần thể đạt được.

$$\Delta W_i^{k+1} = w_{ps0} \Delta W_i^k + c_1 rand_1() (P_{besti} - W_i^k) + c_2 rand_2() (G_{besti} - W_i^k)$$

$$W_i^{k+1} = W_i^k + \Delta W_i^{k+1}$$

Trong đó:  $w_{ps0}$  : trọng số quán tính,  $c_1, c_2$  : các hệ số gia tốc.

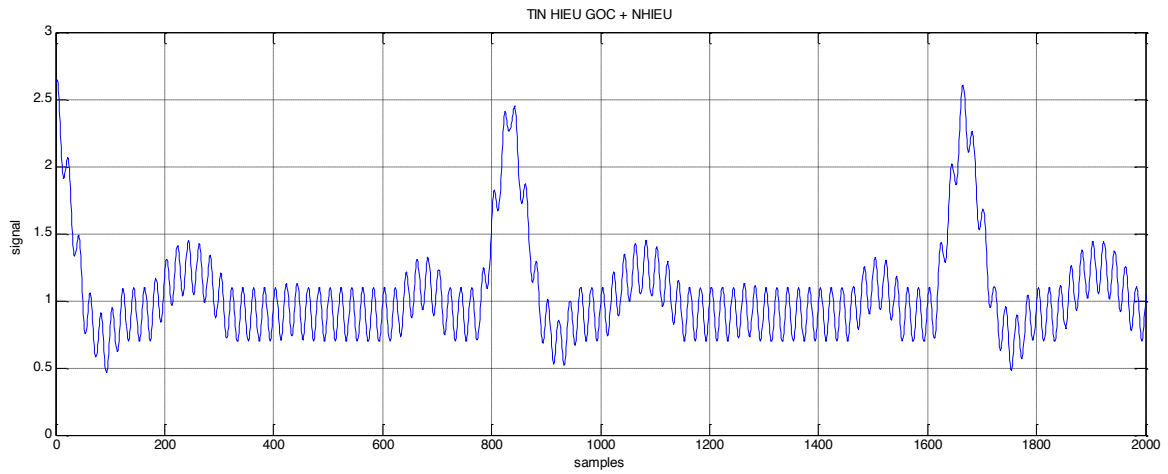


Hình 2: Lưu đồ giải thuật

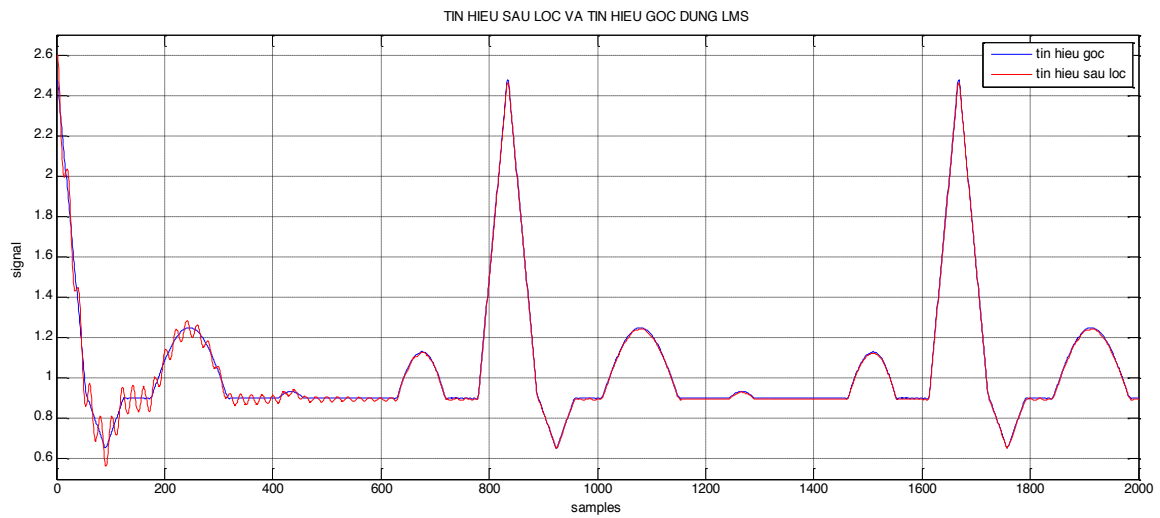
#### IV. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Mô phỏng so sánh kết quả triệt nhiễu tuần hoàn dạng sin của bộ lọc Notch thích nghi truyền thống dùng LMS và dùng PSO. Tín hiệu ban đầu là tín hiệu dạng điện tim được xây dựng dùng Matlab. Tín hiệu tham chiếu  $x(t) = \sin(\omega t)$ . Tín hiệu nhiễu  $n_0(t) = 0.2 \sin(\omega t + \phi)$ , với tần số nhiễu lần lượt là tần số 50Hz và 8Hz, góc pha ban đầu  $\pi/4$ .

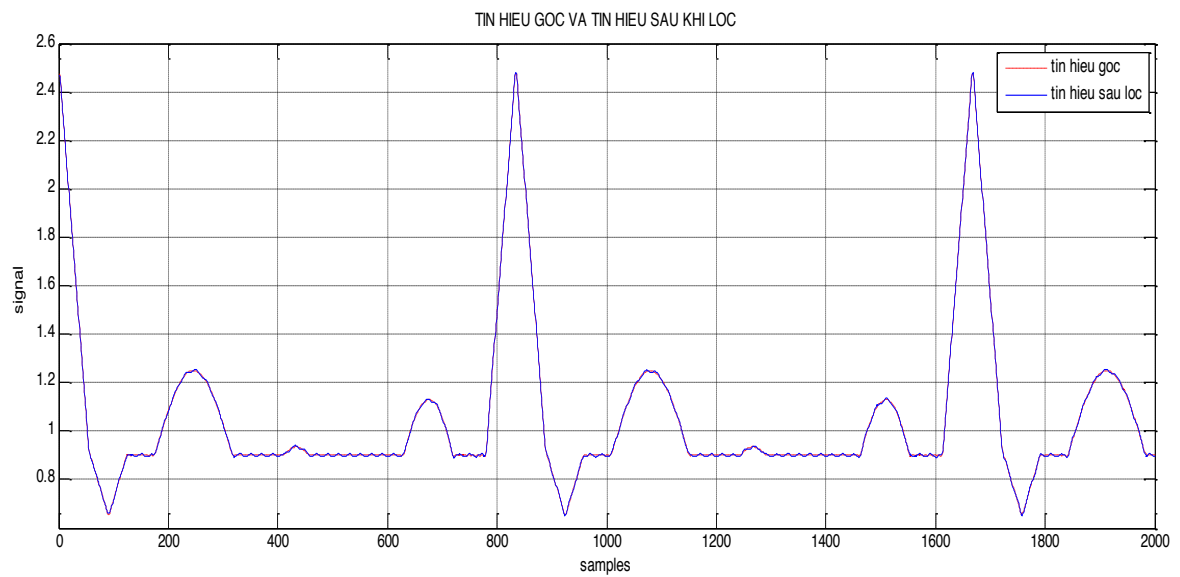
Thuật toán PSO được chọn với số cá thể 30, số lần tìm kiếm 50.



**Hình 3:** Tín hiệu điện tìm lẫn nhiễu tần số 50Hz



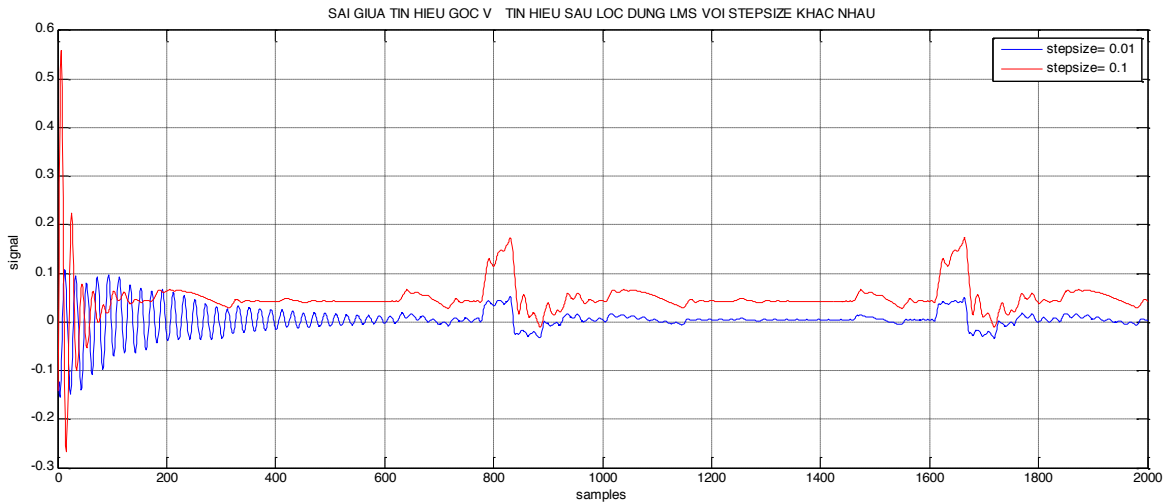
**Hình 4:** Tín hiệu gốc và tín hiệu sau lọc dùng LMS  $\mu=0.01$



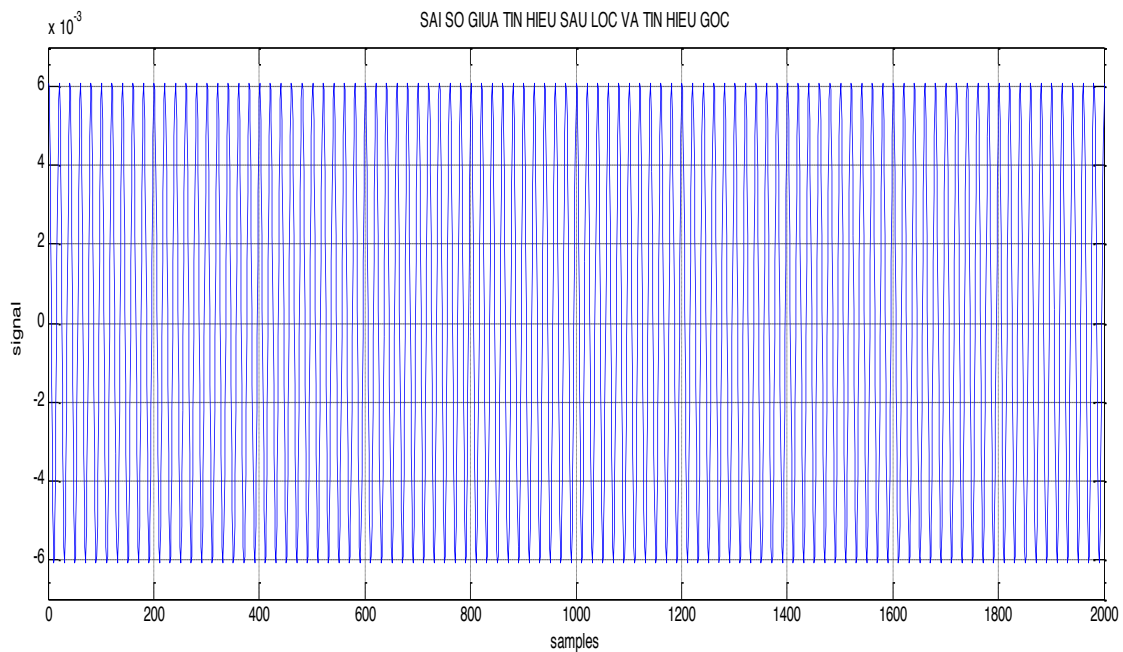
**Hình 5:** Tín hiệu sau lọc và tín hiệu gốc dùng PSO

## V. KẾT LUẬN

Kết quả bộ lọc Notch thích nghi truyền thống dùng LMS và dùng PSO cho thấy kết quả lọc nhiễu tốt hơn của bộ lọc dùng PSO, tốc độ hội tụ nhanh, sai số thấp. Vì PSO là giải thuật tối ưu có thể tìm được ma trận trọng số  $W$  tối ưu làm tăng chất lượng bộ lọc.



**Hình 6:** sai số của tín hiệu sau lọc và tín hiệu điện tim ban đầu dùng LMS với  $\mu= 0.01$  và  $0.1$



**Hình 7:** sai số của tín hiệu sau lọc và tín hiệu điện tim ban đầu dùng PSO

Bộ lọc Notch thích nghi dùng LMS được khảo sát với cách chọn giá trị bước thích nghi (step-size) khác nhau thì kết quả lọc khác nhau. Thuật toán PSO sẽ khắc phục được nhược điểm này do thuật toán không phụ thuộc nhiều vào các tham số.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Zhang Jie, Shi Haixia, *Research and Application of Particle Swarm Optimization in Adaptive Notch Filter Design*, IEEE 2009.
2. Hoàng Mạnh Hà, *Một đề xuất thay đổi thay đổi bước thích nghi của thuật toán LMS cho bài toán lọc nhiễu trong thu nhận tín hiệu y sinh*, Trường Cao đẳng Kỹ thuật Y tế, Hà Nội.
3. Phù Thị Ngọc Hiếu, Nguyễn Minh Tâm, Lê Thị Thanh Hoàng, *Điều khiển bộ chỉnh lưu 3 pha PWM bằng bộ điều khiển PSO-PID*, đề tài NCKH 2011, ĐH SPKT Tp. HCM.
4. Thomas Drumright, *Adaptive Filter*, 1998
5. Phillip A. Regalia, *A Complex Adaptive Notch Filter*, IEEE VOL. 7 Nov 2010.

**Thông tin liên hệ tác giả chính (người chịu trách nhiệm bài viết):**

**Họ tên:** Phù Thị Ngọc Hiếu

**Đơn vị:** Khoa Điện – Điện tử ĐH SPKT Tp. HCM

**Điện thoại:** 0907923963

**Email:** phutnhieu@yahoo.com.

**Chuyên ngành chính (hướng nghiên cứu):** Tự động hóa.