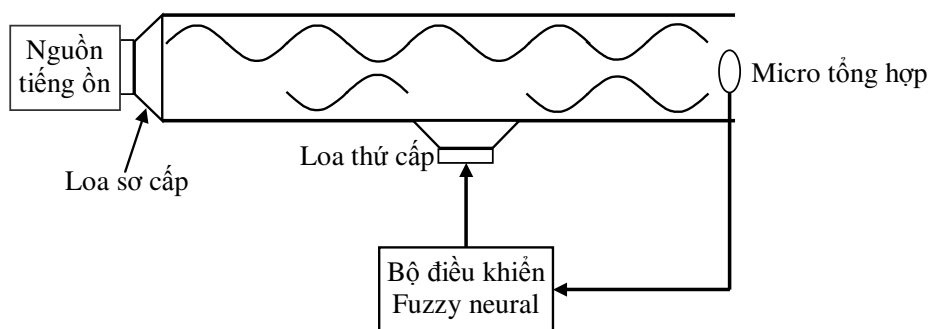


KIỂM SOÁT TIẾNG ỒN TÍCH CỰC SỬ DỤNG MẠNG NƠON MỜ LOẠI 2

HUỶNH VĂN TUẤN, TRẦN QUỐC CƯỜNG, DƯƠNG HOÀI NGHĨA,
NGUYỄN HỮU PHƯƠNG

1. GIỚI THIỆU

Nguyên lí chung của các hệ thống kiểm soát tiếng ồn tích cực (active noise control - ANC) là tạo ra tiếng ồn thứ cấp có cùng biên độ nhưng ngược pha với tiếng ồn sơ cấp sao cho tiếng ồn sơ cấp và tiếng ồn thứ cấp triệt tiêu lẫn nhau tại vùng cần kiểm soát tiếng ồn. Hình 1 trình bày hệ thống ANC hồi tiếp trong đó bộ điều khiển có nhiệm vụ tạo ra tiếng ồn thứ cấp có cùng biên độ nhưng ngược pha với tiếng ồn sơ cấp tại micro tổng hợp.

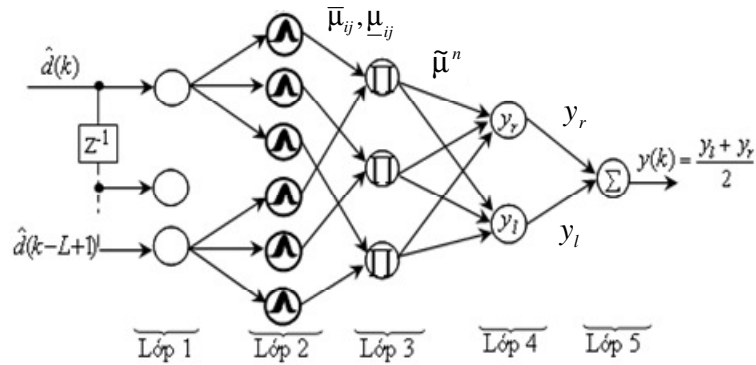


Hình 1. Hệ thống ANC hồi tiếp

Kết quả nghiên cứu về các hệ thống ANC tuyến tính dùng lọc FIR có thể tìm thấy trong [1]. Gần đây nhiều tác giả đã đề xuất các phương pháp khác nhau để giải quyết vấn đề phi tuyến trên đường truyền thứ cấp: [6] sử dụng mạng truyền thẳng nhiều lớp, [7, 9] giới thiệu ứng dụng của mạng hàm cơ sở xuyên tâm (radial basis function - RBF), [8] sử dụng mạng neuron mờ. Mặt khác gần đây các tập mờ loại hai đã được phát triển [9, 10]. Khác với tập mờ loại một, tập mờ loại hai được biểu diễn bởi các hàm thành viên bất định và do đó cho phép mô tả tốt hơn các đại lượng bất định.

Mục tiêu của bài báo này là giới thiệu hệ thống ANC hồi tiếp thích nghi dùng mạng neuron mờ loại 2. Giải thuật cập nhật trực tuyến các trọng số của mạng được xác định dùng phương pháp giảm độ dốc (steepest descent). Điều kiện hội tụ của giải thuật được thiết lập dựa vào lý thuyết ổn định Lyapunov. Phần còn lại của bài báo được bố cục như sau: phần 2 giới thiệu sơ lược mạng neuron mờ loại 2 dạng khoảng, phần 3 trình bày hệ thống ANC hồi tiếp dùng mạng neuron mờ loại 2, phần 4 trình bày các kết quả mô phỏng, trong đó phương pháp dùng mạng neuron mờ loại 2 được so sánh với các phương pháp khác như lọc FIR, mạng perceptron, mạng neuron mờ loại 1. Phần 5 kết luận bài báo.

2. MẠNG NƠN MỜ LOẠI 2



Hình 2. Cấu trúc mạng nơron mờ loại 2.

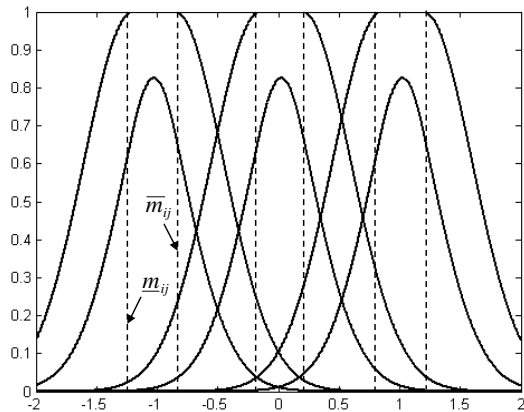
Hình 2 mô tả mạng nơron mờ loại 2 (type 2 fuzzy neural network - T2FNN) với L ngõ vào và một ngõ ra. Mạng có 5 lớp

Lớp 1: Tiếp nhận các tín hiệu vào $\hat{d}(k), \dots, \hat{d}(k-L+1)$

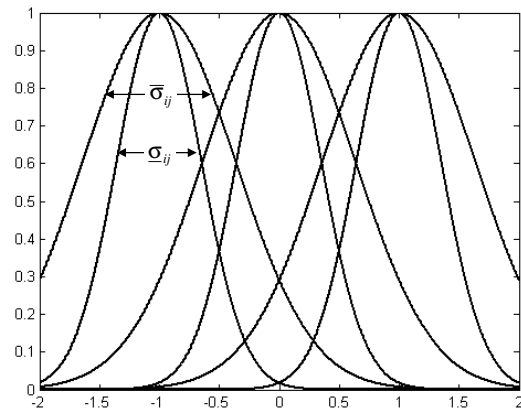
Lớp 2: Xác định các chặn trên và chặn dưới của các hàm thành viên của các tín hiệu vào. Ví dụ các chặn trên $\bar{\mu}_{ij}$ và các chặn dưới $\underline{\mu}_{ij}$ của hàm thành viên của tập mờ loại 2 thứ j của tín hiệu vào thứ i được xác định bởi

$$\bar{\mu}_{ij} = \exp\left\{-\frac{(\hat{d}(k-i+1) - \bar{m}_{ij})^2}{2\bar{\sigma}_{ij}^2}\right\}, \quad \underline{\mu}_{ij} = \exp\left\{-\frac{(\hat{d}(k-i+1) - \underline{m}_{ij})^2}{2\underline{\sigma}_{ij}^2}\right\} \quad (1)$$

với $i = 1, 2, \dots, L$; $\bar{\mu}_{ij}$, $\underline{\mu}_{ij}$, $\bar{\sigma}_{ij}$ và $\underline{\sigma}_{ij}$ là các hằng số. Hình 3 và 4 trình bày các hàm thành viên của các tập mờ loại 2 trong hai trường hợp $\bar{\sigma}_{ij} = \underline{\sigma}_{ij}$, $\bar{m}_{ij} > \underline{m}_{ij}$ (hình 3) và $\bar{m}_{ij} = \underline{m}_{ij}$, $\bar{\sigma}_{ij} > \underline{\sigma}_{ij}$ (hình 4).



Hình 3. Tập mờ loại 2 với $\bar{\sigma}_{ij} = \underline{\sigma}_{ij}$, $\bar{m}_{ij} > \underline{m}_{ij}$



Hình 4. Tập mờ loại 2 với $\bar{m}_{ij} = \underline{m}_{ij}$, $\bar{\sigma}_{ij} > \underline{\sigma}_{ij}$

Lớp 3: Số phần tử của lớp này bằng số luật hợp thành N. Nếu ta diễn dịch phép giao dùng luật PRO, tín hiệu ra tương ứng ở phần tử thứ n ($1 \leq n \leq N$) là tập mờ loại 2 với hàm thành viên xác định bởi các chặn trên và chặn dưới

$$\tilde{\mu}^n = \left[\prod \underline{\mu}_{ij}, \prod \bar{\mu}_{ij} \right] \quad (2)$$

Lớp 4 : Chuyển tập mờ loại 2 sang tập mờ loại 1. Các giá trị y_r và y_l (hình 2) được xác định dùng phương pháp tâm của tập hợp (center –of – set) [8, 9, 10]

$$y_r = \frac{\sum_{n=1}^R \underline{\mu}^n w_r^n + \sum_{n=R+1}^N \bar{\mu}^n w_r^n}{\sum_{n=1}^R \underline{\mu}^n + \sum_{n=R+1}^N \bar{\mu}^n}, \quad y_l = \frac{\sum_{n=1}^L \bar{\mu}^n w_l^n + \sum_{n=L+1}^N \underline{\mu}^n w_l^n}{\sum_{n=1}^L \bar{\mu}^n + \sum_{n=L+1}^N \underline{\mu}^n} \quad (3)$$

với $1 \leq R \leq N-1$ và $1 \leq L \leq N-1$. Trong đó w_r^n và w_l^n , $n = 1, \dots, N$, là trọng số của mạng được cập nhật trực tuyến trong quá trình huấn luyện.

Định nghĩa các vector $N \times 1$:

$$\phi_r^T = \frac{1}{\sum_{n=1}^R \underline{\mu}^n + \sum_{n=R+1}^N \bar{\mu}^n} \left[\underline{\mu}^1, \underline{\mu}^2, \dots, \underline{\mu}^R, \bar{\mu}^{R+1}, \bar{\mu}^{R+2}, \dots, \bar{\mu}^N \right] \quad (4)$$

$$\phi_l^T = \frac{1}{\sum_{n=1}^L \bar{\mu}^n + \sum_{n=L+1}^N \underline{\mu}^n} \left[\bar{\mu}^1, \bar{\mu}^2, \dots, \bar{\mu}^L, \underline{\mu}^{L+1}, \underline{\mu}^{L+2}, \dots, \underline{\mu}^N \right] \quad (5)$$

$$w_r = [w_r^1, w_r^2, \dots, w_r^N]^T, \quad w_l = [w_l^1, w_l^2, \dots, w_l^N]^T. \quad (6)$$

Ta có thể viết lại (3) dưới dạng ma trận như sau:

$$y_r(k) = \phi_r^T(k) w_r(k), \quad y_l(k) = \phi_l^T(k) w_l(k) \quad (7)$$

Lớp 5: Lớp này (lớp ra) có chức năng xác định tín hiệu ra y(k) (giải mờ)

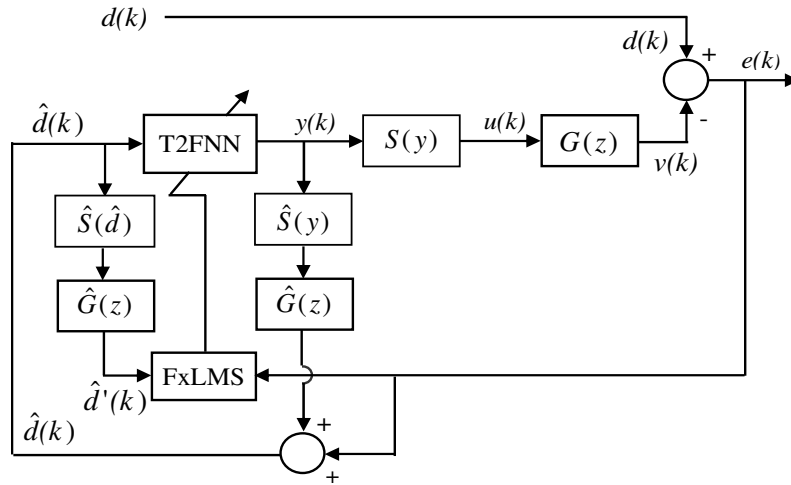
$$y(k) = \frac{1}{2} [y_l(k) + y_r(k)] . \quad (8)$$

3. HỆ THỐNG ANC HỒI TIẾP THÍCH NGHI DÙNG NƠN MỜ LOẠI 2

Hệ thống ANC hồi tiếp thích nghi dùng mạng nơron mờ loại 2 (T2FNN) như hình 5. Trong đó, $G(z)$ là truyền đạt của đường truyền thứ cấp từ loa thứ cấp đến micro tổng hợp trong hình 1, $\hat{G}(z)$ là mô hình của $G(z)$, FxLMS (filtered-x least mean square) là giải thuật cập nhật bộ trọng số w_r^n, w_l^n của mạng, $S(\)$ biểu diễn tính phi tuyến của khâu chấp hành, $\hat{S}(\)$ là mô hình của $S(\)$. Trong trường hợp khâu chấp hành có tính bão hòa, ta có thể xấp xỉ $\hat{S}(\)$ bởi hàm tansig như sau:

$$\hat{S}(y) = \frac{2}{1 + e^{-\lambda y}} - 1 \quad (9)$$

với λ là tham số của hàm tansig (λ được chọn bằng 2 để $\hat{S}(y)$ có độ dốc bằng 1 tại $y = 0$).



Hình 5. Hệ thống ANC dùng mạng T2FNN

Từ hình 5, ta có:

$$e(k) = d(k) - v(k) \quad (10)$$

với

$$v(k) = \sum_{m=0}^M g(m)u(k-m) \quad (11)$$

$g(m)$, $m = 0, 1, 2, \dots, M$ là đáp ứng xung của $G(z)$,

$$u(k) = \frac{2}{1 + e^{-2y(k)}} - 1 \quad (12)$$

Định nghĩa hàm mục tiêu

$$J(k) = \frac{1}{2} e^2(k). \quad (13)$$

Các trọng số w_r^n , w_l^n của mạng nơron mờ loại 2 được ước lượng bằng cách cực tiểu hóa $J(k)$ dùng phương pháp giảm độ dốc [1, 2, 3, 4, 5]. Ta có kết quả sau

Định lý:

a) Giải thuật huấn luyện đệ quy cực tiểu hóa J được xác định bởi

$$w_l(k+1) = w_l(k) + \frac{1}{2} \eta e(k) \sum_{m=0}^M g(m) [1 - u^2(k-m)] \phi_l(k-m) \quad (14)$$

$$w_r(k+1) = w_r(k) + \frac{1}{2} \eta e(k) \sum_{m=0}^M g(m) [1 - u^2(k-m)] \phi_r(k-m) \quad (15)$$

trong đó η là tốc độ hội tụ ($\eta > 0$).

b) Điều kiện đủ để giải thuật (14), (15) hội tụ được xác định bởi

$$0 < \eta < \frac{8}{\left\| \sum_{m=0}^M g(m) [1 - u^2(k-m)] \right\|^2 \left[\phi_l^2(k-m) + \phi_r^2(k-m) \right]} \quad (16)$$

với ϕ_l, ϕ_r được nghĩa ở (4) và (5).

Chứng minh.

a) Xác định giải thuật huấn luyện

Các trọng số mạng nơron mờ được ước lượng bằng cách cực tiểu hóa $J(k)$ định nghĩa ở (13) dùng phương pháp steepest descent [1 - 5]

$$w_l(k+1) = w_l(k) - \eta \left[\frac{\partial J(k)}{\partial w_l(k)} \right]^T \quad (17)$$

$$w_r(k+1) = w_r(k) - \eta \left[\frac{\partial J(k)}{\partial w_r(k)} \right]^T \quad (18)$$

với η là tốc độ hội tụ ($\eta > 0$).

Áp dụng công thức chuỗi đối với các phương trình (17) và (18), ta được:

$$\left[\frac{\partial J}{\partial w_l} \right]^T = \frac{\partial J}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial y} \left[\frac{\partial y}{\partial w_l} \right]^T = -\frac{1}{2} e(k) \sum_{m=0}^M g(m) [1 - u^2(k-m)] \phi_l(k-m) \quad (19)$$

$$\left[\frac{\partial J}{\partial w_r} \right]^T = \frac{\partial J}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial y} \left[\frac{\partial y}{\partial w_r} \right]^T = -\frac{1}{2} e(k) \sum_{m=0}^M g(m) [1 - u^2(k-m)] \phi_r(k-m) \quad (20)$$

trong đó:

$$\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{4e^{-2y}}{(1+e^{-2y(k)})^2} = [1 - u^2(k)]. \quad (21)$$

Từ (19) và (20) ta có (14) và (15).

b) Xác định điều kiện hội tụ của giải thuật

Từ (13), ta có:

$$J(k) = \frac{1}{2} e^2(k) = \frac{1}{2} [d(k) - v(k)]^2. \quad (22)$$

Định nghĩa

$$\Delta J(k) = J(k+1) - J(k) = \frac{1}{2}[e(k+1) - e(k)][e(k+1) + e(k)] = \frac{1}{2}\Delta e(k)[2e(k) + \Delta e(k)] \quad (23)$$

với

$$\begin{aligned} \Delta e(k) = e(k+1) - e(k) &= \left[\frac{\partial e}{\partial w_i} \right] \Delta w_i(k) + \left[\frac{\partial e}{\partial w_r} \right] \Delta w_r(k) = \frac{\partial e}{\partial v} \sum_{n=0}^M \frac{\partial v}{\partial u(k-m)} \frac{\partial u(k-m)}{\partial y(k-m)} \left\{ \left[\frac{\partial y(k-m)}{\partial w_i} \right] \Delta w_i + \left[\frac{\partial y(k-m)}{\partial w_r} \right] \Delta w_r \right\} \\ &= -\frac{1}{4} \eta e(k) \left\| \sum_{m=0}^M g(m)[1-u^2(k-m)] \right\|^2 \left\| \left[\phi_i^2(k-m) + \phi_r^2(k-m) \right] \right\| \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \Delta J(k) &= -\frac{1}{8} \eta e^2(k) \left\| \sum_{m=0}^M g(m)[1-u^2(k-m)] \right\|^2 \left\| \left[\phi_i^2(k-m) + \phi_r^2(k-m) \right] \right\| \times \left\{ 2e(k) - \frac{1}{4} \eta e(k) \left\| \sum_{m=0}^M g(m)[1-u^2(k-m)] \right\|^2 \left\| \left[\phi_i^2(k-m) + \phi_r^2(k-m) \right] \right\| \right\} \\ &= -\frac{1}{8} \eta e^2(k) \left\| \sum_{m=0}^M g(m)[1-u^2(k-m)] \right\|^2 \left\| \left[\phi_i^2(k-m) + \phi_r^2(k-m) \right] \right\| \times \left\{ 2 - \frac{1}{4} \eta \left\| \sum_{m=0}^M g(m)[1-u^2(k-m)] \right\|^2 \left\| \left[\phi_i^2(k-m) + \phi_r^2(k-m) \right] \right\| \right\} \end{aligned} \quad (25)$$

Vì $J(k) = \frac{1}{2} e^2(k) \geq 0$ khi $\Delta J(k) \leq 0$, $J(k)$ giảm $\Rightarrow e(k) \rightarrow 0$, do đó từ (25) ta có điều kiện hội tụ sau:

$$2 - \frac{1}{4} \eta \left\| \sum_{m=0}^M g(m)[1-u^2(k-m)] \right\|^2 \left\| \left[\phi_i^2(k-m) + \phi_r^2(k-m) \right] \right\| \geq 0 \quad (26)$$

từ (26) ta được (16).

4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Mục này trình bày kết quả mô phỏng trong đó hệ thống ANC dùng mạng nơron mờ loại 2 được so sánh với các hệ thống ANC sau:

a. Hệ thống ANC dùng lọc thích nghi FIR truyền thống [2, 3]

Giải thuật huấn luyện [3]:

$$\underline{w}(k+1) = \underline{w}(k) + \frac{1}{2} \eta e(k) \sum_{m=0}^M g(m) \hat{D}(k-m)$$

với $\hat{D}(k) = [\hat{d}(k), \hat{d}(k-1), \dots, \hat{d}(k-m)]^T$ là vector tín hiệu ngõ vào.

b. Hệ thống ANC dùng mạng perceptron [4]

Với hàm tích hợp tuyến tính và hàm tác động sigmoid lưỡng cực (tangsig):

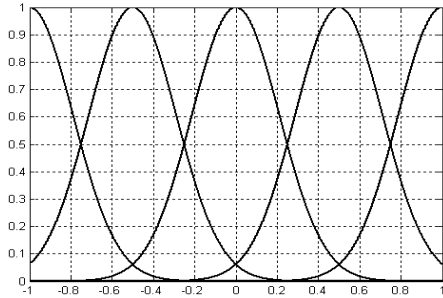
$$net(k) = \underline{w}^T(k) \hat{D}(k); \quad y(k) = f(net(k)) = \frac{2}{1 + e^{-2net(k)}} - 1$$

Giải thuật huấn luyện [4]:

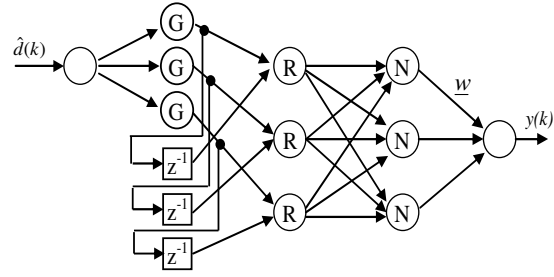
$$\underline{w}(k+1) = \underline{w}(k) + \frac{1}{2} \eta e(k) \sum_{m=0}^M g(m) [1 - y^2(k-m)] \hat{D}(k-m).$$

c. Hệ thống ANC dùng mạng nơon mờ loại 1 [5]

Không gian ngõ vào được chia thành 5 tập mờ với hàm thành viên Gaussian có trọng tâm lần lượt là -1; -0,5; 0; 0,5; 1 và phương sai 0,3 (hình 6).



Hình 6. Các tập mờ Gaussian loại 1



Hình 7. Cấu trúc mạng nơon mờ loại 1

Cấu trúc của mạng nơon mờ loại 1 truyền thẳng gồm 5 lớp như hình 7.

Lớp 1: (Lớp vào) $a^{(1)} = \hat{d}_i^{(1)}$.

Lớp 2: (Lớp mờ hoá) $a^{(2)} = \exp\left\{-\frac{(\hat{d}_i^{(2)} - m_{ij})^2}{\sigma_{ij}^2}\right\}$.

Lớp 3: (Lớp luật hợp thành) $a^{(3)} = \prod_i \hat{d}_i^{(3)}$.

Lớp 4: (Lớp chuẩn hoá) $a^{(4)} = \frac{\hat{d}_i^{(4)}}{\sum_i \hat{d}_i^{(4)}}$.

Lớp 5: Lớp ra $y = a^{(5)} = \sum_i \hat{d}_i^{(5)} \underline{w}_i$.

Các định nghĩa: $\underline{w}(k) = [\underline{w}_1(k), \underline{w}_2(k), \dots, \underline{w}_n(k)]^T$.

$$A^{(4)}(k) = [a^{(4)}(k), a^{(4)}(k-1), \dots, a^{(4)}(k-n+1)]^T$$

với n: số luật hợp thành.

Giải thuật huấn luyện [5]: (hàm tích hợp tuyến tính và hàm tác động tuyến tính)

$$\underline{w}(k+1) = \underline{w}(k) + \eta e(k) \sum_{m=0}^M g(m) A^{(4)}(k-m).$$

d. Hệ thống ANC dùng mạng nơon mờ loại 2

Mạng nơon mờ loại 2 có một nút ngõ vào với 5 tập mờ, các thông số trọng tâm m bất định và phương sai σ của hàm thành viên Gaussian được chọn:

$$m = \{[-1.15, -0.85], [-0.65, -0.35], [-0.15, 0.15], [0.35, 0.65], [0.85, 1.15]\}$$

$$\sigma = [0.4, 0.4, 0.4, 0.4, 0.4].$$

Các thông số mô phỏng như sau: hàm truyền đạt của tiếng ồn thứ cấp $G(z) = 0.5/z^{-15}$; hằng số học được chọn trên cơ sở phương trình (16) là $\eta = 0,8$; tần số lấy mẫu là 8 KHz.

4.1. Mô phỏng 1

Nguồn tiếng ồn đơn tần với tần số 140Hz (thường xuất hiện ở động cơ của xe ô tô 1600 cc [10]). Các kết quả trình bày trong hình 8 và bảng 1.

Bảng 1

	Tiếng ồn sơ cấp	FIR	Perceptron	Mờ loại 1	Mờ loại 2
MSE (dB)	+17	-2	-17	-24	-49

trong đó MSE (Mean Square Error) là trung bình bình phương sai số, MSE được xác định:

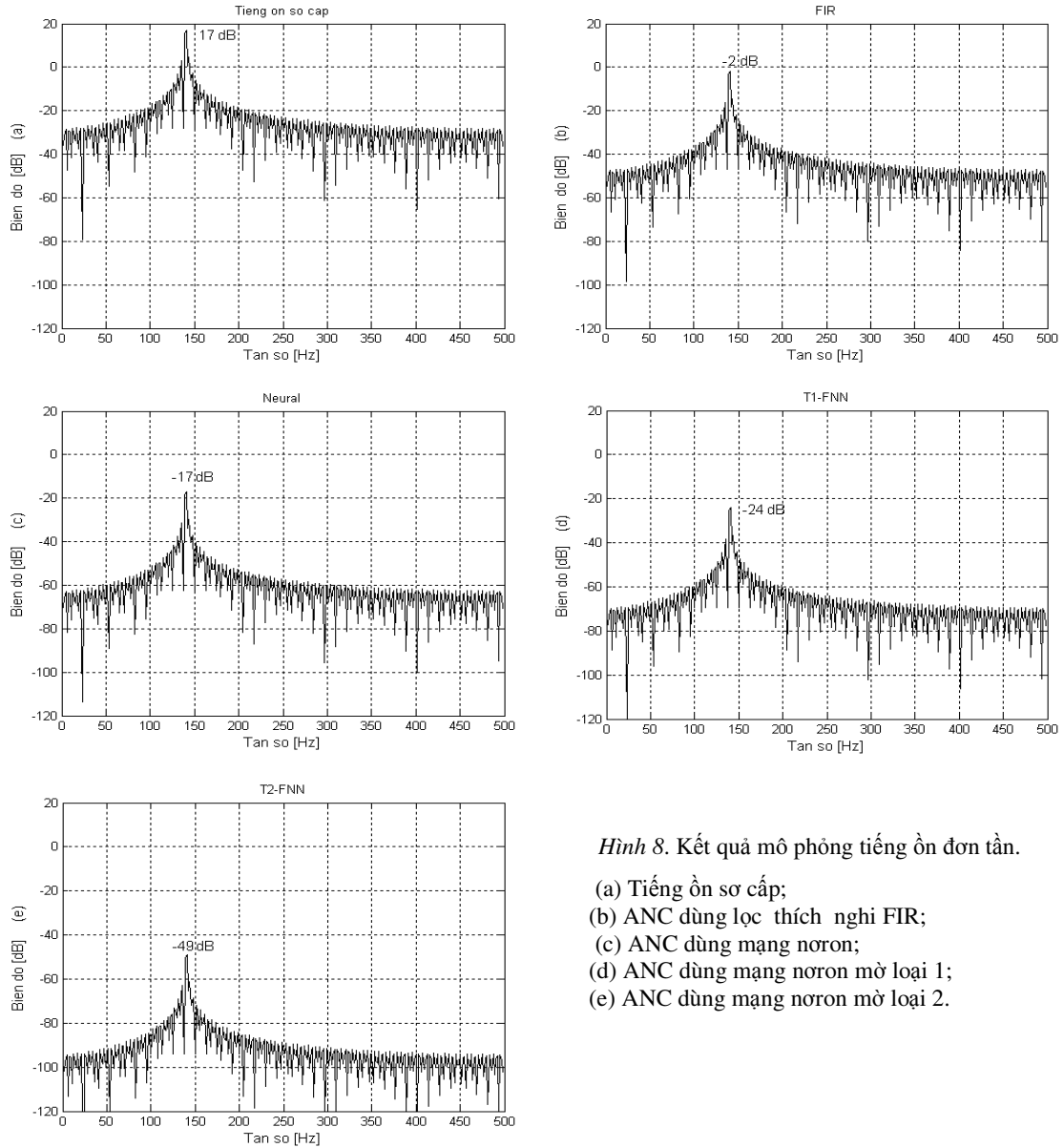
$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_i^2(n) \Rightarrow MSE(dB) = 10 \log_{10}(MSE).$$

Dựa vào bảng 1, ta thấy phương pháp dùng mờ loại 2 hiệu quả nhất do mạng nơon mờ loại 2 cho phép mô hình hóa và giảm tối thiểu tính bất định của hệ thống logic mờ trên cơ sở luật hợp thành, hàm thuộc của tập mờ loại 2 là không gian 3 chiều có khả năng đo mức độ ngẫu nhiên điều này làm cho logic mờ loại 2 có khả năng mô hình hóa tính bất định một cách trực tiếp.

4.2. Mô phỏng 2

Hình 9 trình bày kết quả mô phỏng trường hợp tiếng ồn đa tần (tổng hợp của 6 tần số: 61 Hz, 140 Hz, 180 Hz, 260 Hz, 350 Hz và 500 Hz). Ta thấy với hệ thống dùng mạng nơon mờ loại 1, cường độ tiếng ồn giảm từ 10 dB – 25 dB trong vùng tần số cần kiểm soát tiếng ồn nhưng lại tăng lên trong vùng tần số cao từ 20 dB – 30 dB. Với hệ thống dùng mạng nơon mờ loại 2, cường độ tiếng ồn giảm từ 5 dB - 30 dB.

Một vài nhóm tác giả đã dùng phương pháp hồi tiếp để kiểm soát tiếng ồn: T. Meurers, S.M. Veres, and S.J. Elliott [2] sử dụng lọc thích nghi trong miền tần số, kết quả tiếng ồn đơn tần số giảm từ 15 dB – 30 dB; Bharath M. Siravara [3] dùng lọc FIR trong miền thời gian, kết quả tiếng ồn đa tần số giảm từ 10-16dB. So sánh với nhóm tác giả trong [2] và [3], việc sử dụng nơon mờ loại 2 trong kiểm soát tiếng ồn đạt hiệu quả cao, tiếng ồn giảm 66dB trong trường hợp nguồn tiếng ồn đơn tần số và tiếng ồn đa tần số giảm từ 5 dB – 30 dB.



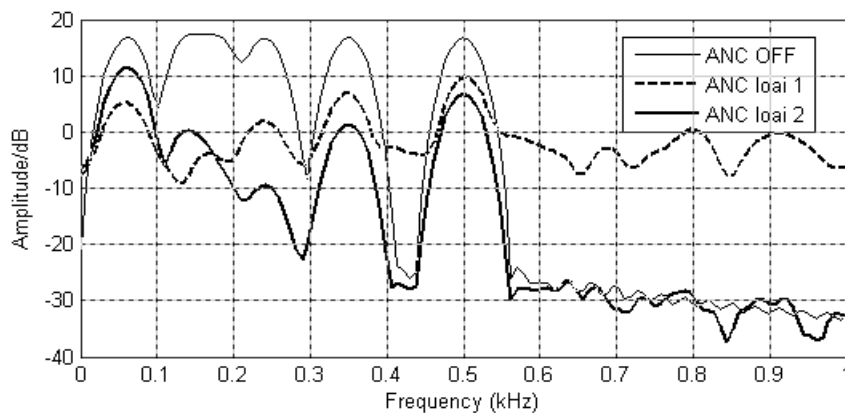
Hình 8. Kết quả mô phỏng tiếng ồn đơn tần.

- (a) Tiếng ồn sơ cấp;
- (b) ANC dùng lọc thích nghi FIR;
- (c) ANC dùng mạng nơon;
- (d) ANC dùng mạng nơon mờ loại 1;
- (e) ANC dùng mạng nơon mờ loại 2.

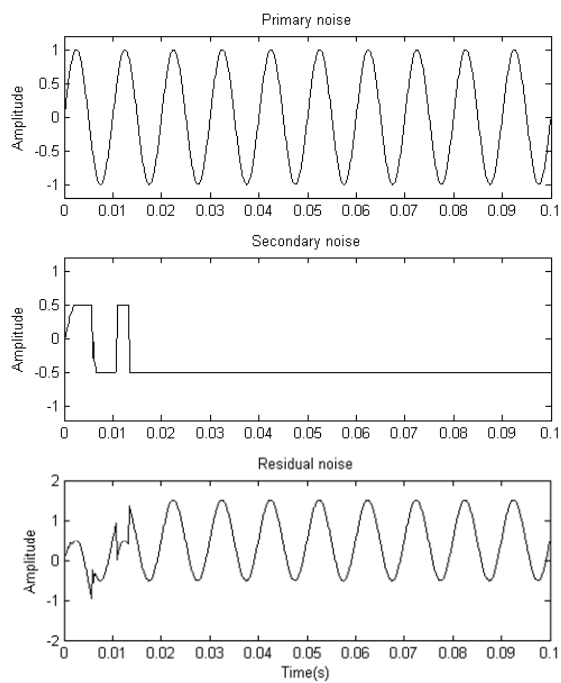
4.3. Mô phỏng 3

Hiệu quả của khâu bù chính bão hòa. Biên độ khâu bù chính được chọn là $\pm 0,5$. Tần số tiếng ồn 150 Hz. Kết quả mô phỏng được thể hiện trong miền thời gian (hình 10a, 10b) và miền tần số (hình 11). Ta thấy khi không bù chính, tiếng ồn tổng hợp tăng cao hơn tiếng ồn sơ cấp khoảng 2dB. Khi có bù chính, tiếng ồn tổng hợp giảm khoảng 15dB so với tiếng ồn sơ cấp. Kết quả mô phỏng cho thấy hệ thống ANC có bù chính cho bộ khuếch đại âm tần làm việc hiệu quả,

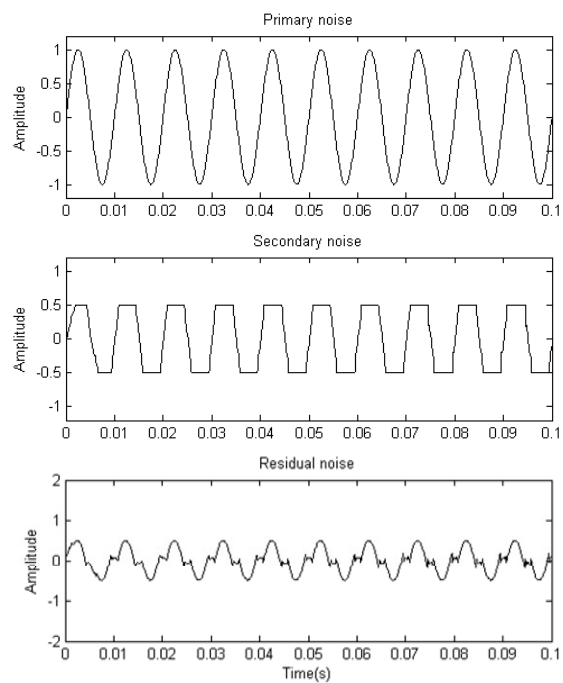
hệ thống giảm được tiếng ồn ngay khi bộ khuếch đại công suất âm tần bị bão hòa do tiếng ồn ngõ vào tăng cao.



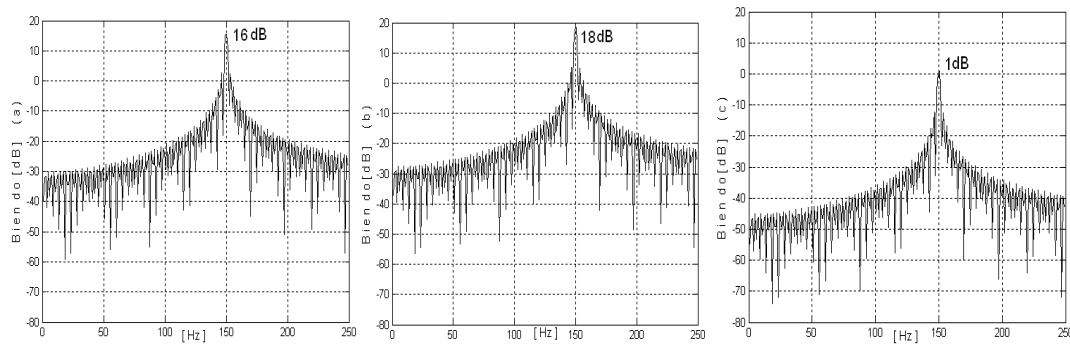
Hình 9. Các tín hiệu với nguồn tiếng ồn đa tần thể hiện trong miền tần số



Hình 10a. Kết quả khi không bù chính



Hình 10b. Kết quả khi có bù chính



Hình 11. (a) Tiếng ồn sơ cấp; (b) Tiếng ồn tổng hợp khi không bỏ chính;
(c) Tiếng ồn tổng hợp khi có bỏ chính.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu hệ thống kiểm soát tiếng ồn tích cực hồi tiếp dùng mạng nơron mờ loại 2. Điểm mới của hệ thống ANC đề nghị như sau:

- Việc sử dụng khâu bỏ chính bão hòa của khâu chấp hành;
- Việc sử dụng mạng nơron mờ loại 2.

Dựa vào phương pháp giảm độ dốc, bài báo đã xây dựng giải thuật huấn luyện mạng nơron mờ loại 2. Sự hội tụ của giải thuật huấn luyện đã được khảo sát. Các kết quả mô phỏng cho thấy:

- Hệ thống đề nghị có thể hoạt động một cách hiệu quả. Các kết quả thực nghiệm sẽ được giới thiệu trong tương lai gần;
- So sánh với các phương pháp khác, việc sử dụng mạng nơron mờ loại 2 trong hệ thống ANC đạt hiệu quả cao nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. S. M. Kuo and D. R. Morgan - Active noise control: A tutorial review, Proc. IEEE **87** (6) (1999).
2. T. Meurers, S. M. Veres, and S. J. Elliott - Frequency Selective Feedback for Active Noise Control, IEEE Control Systems Magazine **22** (4) (2002) 32-40.
3. Bharath M. Siravara - Subband Feedback Active Noise Cancellation, Master thesis, The University of Texas at Dallas, August, 2002.
4. Duong Hoai Nghia, Huynh Van Tuan - Active Noise Control Using Neural Network, The International Symposium On Electrical-Electronic Engineering (ISEE) University of Technology-Ho Chi Minh City, Vietnam, 2007.
5. Huynh Van Tuan, Duong Hoai Nghia - A fuzzy neural network feedback active noise controller. The 10th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, ICARCV 2008, Hanoi, 2008.

6. John Canfield - Active Disturbance Cancelation In Nonlinear Dynamical Systems Using Neural Network, University of New Hampshire, December, 2003.
7. C. A. Silva, J. M. Sousa, and J. M. G. Saù da Costa - Active Noise Control Based On Fuzzy Models, 4th European Conference on Noise Control Euronoise 2001, Para, 2001, pp. 14-17.
8. Qi-Zhi Zhang, Woon-Seng Gan, Ya-li Zhou - Adaptive Recurrent Fuzzy Neural Networks For Active Noise Control, Elsevier, Journal of sound and Vibration 296, 2006 935-948, 2 June 2006.
9. Nilesh N. Karnik, Jerry M. Mendel - Type-2 Fuzzy Logic Systems, Software, IEEE Trans. on fuzzy systems 7 (6) (1999).
10. Qilian Liang, Jerry M. Mendel - Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems: Theory and Design, IEEE Trans. on fuzzy systems 8 (5) (2000).
11. Cheng-Yuan Chang - Enhanced digital filter design for active noise control, Ph.D Thesis, Ching Yun University, Taiwan, 7-2000.
12. C. Y. Chang, F. B. Luoh - Enhancement of active noise control using neural-based filtered-X algorithm, Journal of Sound and Vibration 305 (2007) 348-356.

SUMMARY

AN ACTIVE NOISE CONTROLLER USING TYPE-2 FUZZY NEURAL NETWORK

This paper presents a feedback active noise control system using type-2 fuzzy neural network. The new features of the proposed system are: firstly we introduce a saturation compensator for the actuator and secondly we use a type 2 fuzzy neural network to estimate the nonlinearity of the secondary path transfer function. Online dynamic back-propagation learning algorithm based on the error gradient descent method is proposed. The condition of convergence of the proposed algorithm is derived using a discrete Lyapunov function. Simulation results show that the proposed method is effective.

Địa chỉ:

Nhận bài ngày 12 tháng 6 năm 2008

Huỳnh Văn Tuấn, Nguyễn Hữu Phương,
 Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG Tp.HCM.
 Trần Quốc Cường,
 Trường Đại học Tiền Giang.
 Dương Hoài Nghĩa,
 Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG Tp.HCM.