

Giải thuật cập nhật độ lợi cho hệ thống kiểm soát nhiễu tích cực

- Nguyễn Vương Thuỳ Ngân
- Trần Đức Long
- Trần Thị Minh Thơ
- Huỳnh Văn Tuấn

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 04 tháng 12 năm 2014, nhận đăng ngày 23 tháng 09 năm 2015)

TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi mô phỏng hệ thống khử nhiễu đa kênh truyền thẳng và xây dựng hệ thống khử nhiễu hai kênh thời gian thực. Chúng tôi sử dụng giải thuật *filtered-X least-mean-square (FxLMS)*, và một số giải thuật cập nhật độ lợi (*Variable Step-Size - VSS*), bổ chính bão hoà nhằm tăng cường hiệu quả cho các hệ thống kiểm soát nhiễu. Trong phần thực nghiệm, chúng tôi đã áp dụng giải thuật *LMS (least mean square)* và *VSS-LMS* để huấn luyện hàm

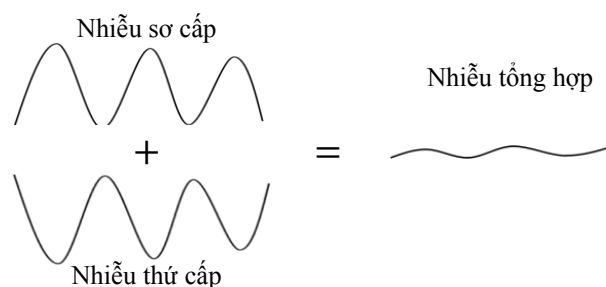
truyền thứ cấp nhằm tăng tốc độ hội tụ và ổn định cho các hệ thống kiểm soát nhiễu. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống ANC thời gian thực không sử dụng giải thuật cập nhật độ lợi cũng như có sử dụng giải thuật cập nhật độ lợi đều hoạt động hiệu quả với các nguồn nhiễu đơn tần số và đa tần số, nhiễu tổng hợp ở các trường hợp giảm từ 12 dB – 35 dB và bán kính khử nhiễu đo được là khoảng 3 cm xung quanh vị trí đặt micro tổng hợp.

Từ khoá: kiểm soát nhiễu tích cực, cập nhật độ lợi, LMS, *filtered-x LMS*.

GIỚI THIỆU

Nguyên lý chung của kiểm soát nhiễu tích cực là tạo ra nguồn nhiễu thứ cấp có cùng biên độ nhưng ngược pha với nguồn nhiễu sơ cấp sao cho nhiễu tổng hợp có biên độ giảm dần về không

trong vùng cần kiểm soát nhiễu (Hình 1). Hiệu quả của việc kiểm soát nhiễu tùy thuộc vào độ chính xác về biên độ và pha của nhiễu thứ cấp [1].



Hình 1. Nguyên lý kiểm soát nhiễu tích cực

Các hệ thống ANC có thể được phân loại theo nhiều cách khác nhau [1, 2, 3, 4]:

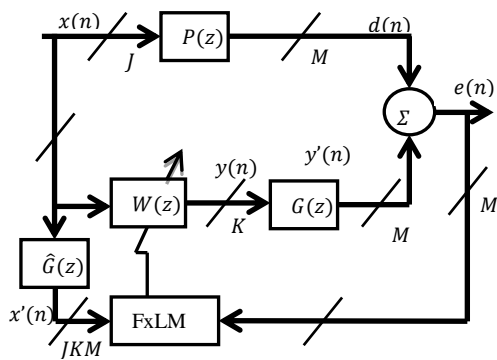
Dựa trên cấu trúc của hệ thống, có hai loại chính là hệ thống truyền thẳng và hệ thống hồi tiếp.

Dựa trên tính thích nghi hoặc không thích nghi của hệ thống: trong nhiều trường hợp, nhiều sơ cấp thay đổi theo thời gian, khi đó hệ thống ANC cần phải thích nghi với sự thay đổi này. Khi đó cần sử dụng các giải thuật thích nghi như LMS, FxLMS, ...

Dựa trên giải thuật sử dụng sẽ có: phương pháp kiểm soát nhiễu dùng lọc thích nghi trong miền thời gian, phương pháp kiểm soát nhiễu dùng lọc thích nghi trong miền tần số, phương pháp kiểm soát nhiễu dựa vào lý thuyết điều khiển tự động, phương pháp kiểm soát nhiễu dùng logic mờ và mạng nơ-ron.

Dựa trên bề rộng dải thông như hệ thống ANC truyền thẳng băng thông rộng (trong các hệ thống ống khói, ống xả, ...) và băng thông hẹp (trong các động cơ, máy nén, quạt, ...).

Hệ thống kiểm soát nhiễu truyền thẳng thích nghi đa kênh



Hình 2. Hệ thống ANC truyền thẳng đa kênh

Hệ thống ANC truyền thẳng kênh được sử dụng khi cần kiểm soát nhiễu nguồn nhiễu tại nhiều khu vực trong môi trường, trong trường hợp này cần đặt nhiều microphone tham chiếu để

đo nhiễu sơ cấp, nhiều loa để phát nhiễu thứ cấp và nhiều microphone tổng hợp để đo nhiễu tổng hợp (các microphone được đặt ở các khu vực cần kiểm soát nhiễu) [2, 3, 4]. Hệ thống ANC truyền thẳng đa kênh được trình bày ở Hình 2, trong đó:

J là số lượng micro tham chiếu, $x(n) = [x_1(n)x_2(n) \dots x_j(n)]^T$.

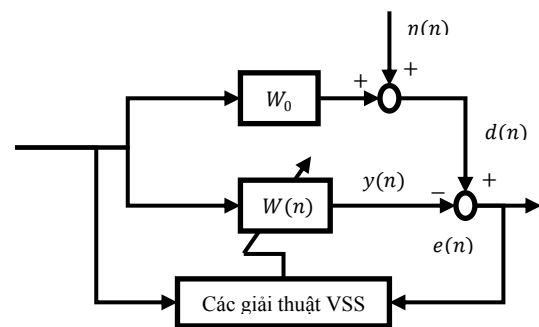
K là số lượng nguồn nhiễu thứ cấp và bộ lọc thích nghi song song,

$$y(n) = [y_1(n)y_2(n) \dots y_K(n)]^T.$$

M là số lượng micro tổng hợp, $e(n) = [e_1(n)e_2(n) \dots e_M(n)]^T$.

Trong nhiều hệ thống kiểm soát nhiễu, các giải thuật biến đổi độ lợi VSS được sử dụng để tăng tính linh hoạt của các giải thuật thích nghi nhằm nâng cao hiệu suất làm việc của hệ thống. Các giải thuật thích nghi thường sử dụng độ lợi thích nghi cố định, được lựa chọn để cân bằng giữa tốc độ hội tụ và độ ổn định của hệ thống. Độ lợi thích nghi có giá trị lớn khiến cho hệ thống hội tụ nhanh, tuy nhiên lại làm cho hệ thống dễ mất ổn định. Ngược lại, khi độ lợi thích nghi có giá trị nhỏ, hệ thống hội tụ chậm nhưng ổn định hơn.

Ý tưởng cơ bản của giải thuật VSS là sử dụng độ lợi thích nghi lớn khi bắt đầu quá trình khử nhiễu để tăng tốc độ khử nhiễu và giảm dần độ lợi thích nghi cho đến khi hệ thống hội tụ để tăng tính ổn định của hệ thống.



Hình 3. Hệ thống ANC dùng giải thuật VSS-LMS

Hình 3 mô tả hệ thống ANC dùng giải thuật VSS LMS, tín hiệu đầu ra của hệ thống được cho bởi:

$$d(n) = \underline{w}_o^T(n)\underline{x}(n) + \eta(n) \quad (1)$$

trong đó, $\underline{x}(n) = [x(n)x(n-1) \dots x(n-N+1)]^T$ là tín hiệu tham chiếu,

$\eta(n)$ là tín hiệu nhiễu,

$\underline{w}(n)$ là vector trọng số n bậc,

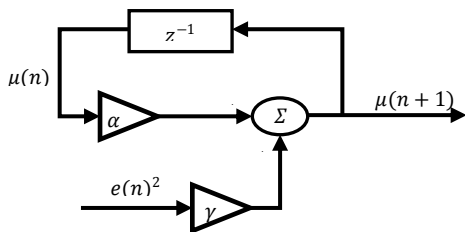
\underline{w}_o là vector chưa biết, cần xác định.

Tín hiệu nhiễu tổng hợp $e(n)$ được xác định theo (2). Các hệ số lọc của bộ lọc được cập nhật bởi (3), trong đó $\mu(n)$ là độ lợi thích nghi tại thời điểm thứ n.

$$e(n) = d(n) - \underline{w}^T(n)\underline{x}(n) \quad (2)$$

$$\underline{w}(n+1) = \underline{w}(n) + \mu(n)e(n)\underline{x}(n) \quad (3)$$

Giải thuật cập nhật độ lợi Kwong



Hình 4. Sơ đồ giải thuật Kwong

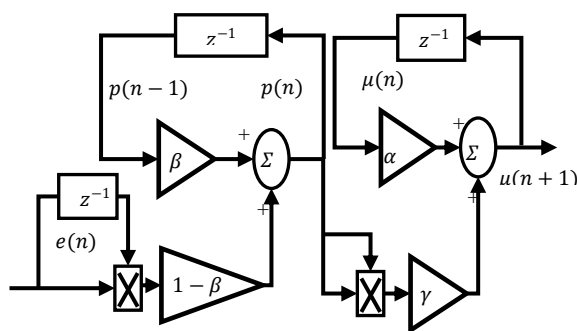
Giải thuật Kwong [5] sử dụng bình phương tín hiệu tổng hợp tức thời để cập nhật hệ số của độ lợi thích nghi được biểu diễn như sau:

$$\mu(n+1) = \alpha\mu(n) + \gamma e^2(n) \quad (4)$$

trong đó α và γ là các tham số dương.

Nguyên tắc chính của giải thuật này là khi phát hiện tín hiệu tổng hợp lớn, hệ thống sẽ tăng độ lợi làm cho hệ thống tăng tốc độ hội tụ; trong khi đó, nếu phát hiện tín hiệu tổng hợp nhỏ, hệ thống sẽ giảm độ lợi làm cho hệ thống ổn định. Nhìn chung, giải thuật Kwong phụ thuộc rất nhiều vào tín hiệu nhiễu, điều này làm giảm hiệu suất của giải thuật khi gặp phải trường hợp *tỉ số tín hiệu/nhiều* thấp.

Giải thuật cập nhật độ lợi Aboulnasr [6]



Hình 5. Sơ đồ giải thuật Aboulnasr

Giải thuật này là một biến thể từ giải thuật Kwong, thay vì sử dụng bình phương tín hiệu tổng hợp, giải thuật Aboulnasr [6] xem xét sự tương quan giữa tín hiệu tổng hợp $e(n)$ và $e(n-1)$, việc này làm tăng khả năng chống nhiễu nhờ đó tăng hiệu quả của giải thuật. Giải thuật Aboulnasr cập nhật hệ số độ lợi bằng cách lấy bình phương giá trị tương quan của tín hiệu tổng hợp thông qua bộ lọc thông thấp được cho bởi (5), trong đó β là tham số dương.

$$p(n) = \beta p(n-1) + (1-\beta)e(n)e(n-1) \quad (5)$$

Khi đó hệ số độ lợi được cập nhật bởi (6), với α và γ là các tham số dương.

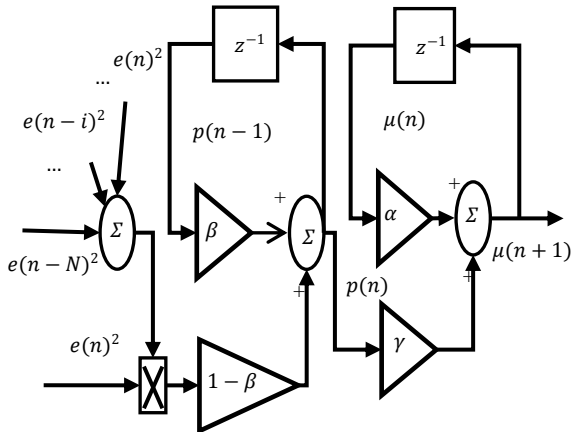
$$\mu(n+1) = \alpha\mu(n) + \gamma p^2(n) \quad (6)$$

Giải thuật cập nhật độ lợi José Gil F. Zipf [7]

Giải thuật José Gil F. Zipf được đề xuất trong một bài báo [7], mà trong đó José Gil F. Zipf đứng đầu nhóm, vì điều đó giải thuật này sẽ gọi tên là giải thuật José Gil F. Zipf để dễ sử dụng trong bài báo này.

Trong một số ứng dụng của bộ lọc thích nghi, hàm tương quan giữa $e(n)$ và $e(n-1)$ cho thấy kết quả không tốt khi hội tụ về giá trị thấp nhất. Trong một số trường hợp, để xem xét tương quan giữa các đầu vào và một số loại đáp ứng xung đặc biệt của các hệ thống chưa biết, sự tương quan giữa tín hiệu tổng hợp $e(n)$ và $e(n-2)$ hay có thể gọi là lag(2), sự tương quan

giữa $e(n)$ và $e(n - 3)$ hay có thể gọi là lag(3), ... cho thấy nhiều thông tin hơn là sự tương quan giữa $e(n)$ và $e(n - 1)$ hay có thể gọi là lag(1).



Hình 6. Sơ đồ giải thuật cập nhật José Gil F. Zipf

Trong giải thuật Aboulnasr, lag(1) được sử dụng dẫn đến việc giảm độ lợi quá sớm trong một số trường hợp làm cho việc hội tụ bị chậm lại. Giải thuật José Gil F. Zipf xem xét đến tất cả các lag từ lag(1) cho đến lag(N), giúp nâng cao tốc độ hội tụ và giảm nhiễu tốt hơn. Khi đó $p(n)$ được cho bởi (7).

$$p(n) = \beta p(n - 1) + (1 - \beta) \sum_{i=0}^N [e(n) e(n - i)]^2 \quad (7)$$

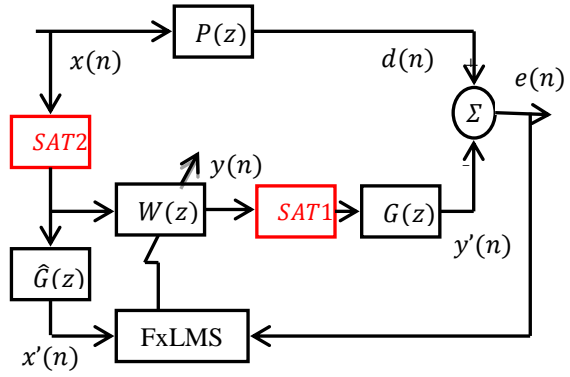
Hàm cập nhật hệ số độ lợi được cho bởi (8), với α và γ là các hệ số dương và N là số bậc lọc.

$$\mu(n + 1) = \alpha \mu(n) + \gamma p(n) \quad (8)$$

PHƯƠNG PHÁP

Hệ thống ANC sử dụng bỏ chính bão hoà

Trong thực tế, có trường hợp loa thứ cấp bị bão hoà và không thể phát đầy đủ nhiều thứ cấp, khi đó hệ thống ANC sẽ không ổn định và hoàn toàn không thể hoạt động chính xác. Trong bài báo này chúng tôi đề xuất hệ thống ANC sử dụng bỏ chính bão hoà như Hình 7. Trong đó, khối SAT1 đặt trước hàm $G(z)$ mô phỏng việc loa thứ cấp bị bão hoà, khối SAT2 được thêm vào nhằm giải quyết vấn đề gặp phải khi loa thứ cấp bị bão hoà.



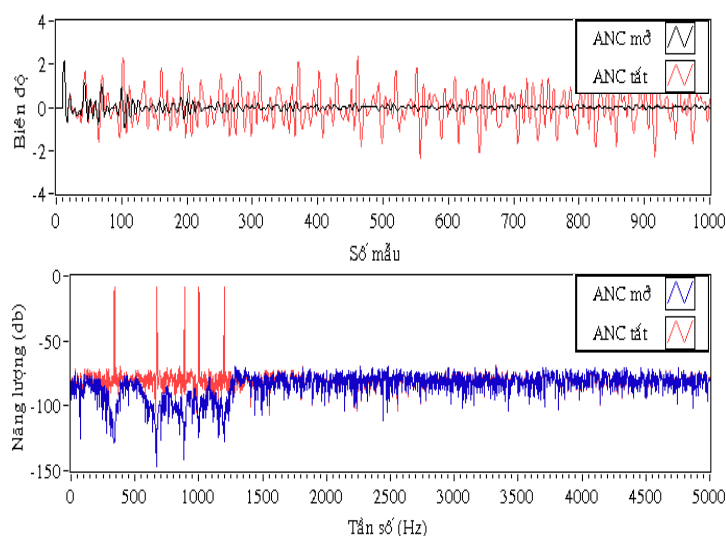
Hình 7. Hệ thống ANC sử dụng bỏ chính bão hoà

Khi loa thứ cấp bị bão hoà thì nhiều thứ cấp phát ra tới micro tổng hợp bị biến dạng và không đủ công suất để triệt nhiễu sơ cấp dẫn tới nhiễu tổng hợp thu được $e(n)$ không tiến về không như mong muốn. Vì $e(n)$ không tiến về không, hệ thống sẽ tiếp tục cập nhật các hệ số của bộ lọc $W(z)$ dựa vào tín hiệu tham chiếu $x(n)$ để tăng cường độ tín hiệu nhiễu thứ cấp $y(n)$ làm cho hệ thống mất ổn định. Để giải quyết vấn đề này, SAT2 được thêm vào để đáp ứng giới hạn của loa thứ cấp, giúp hệ thống cập nhật thích nghi hiệu quả hơn.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mô phỏng

Dựa vào mô hình lý thuyết của hệ thống kiểm soát nhiễu truyền thẳng, chúng tôi thực hiện mô phỏng hệ thống này bằng phần mềm LabVIEW. Các kết quả trình bày bao gồm các giá trị về biên độ theo miền thời gian và theo miền tần số. Vì kết quả ở các kênh hoàn toàn tương đương hoặc có chênh lệch rất ít nên kết quả trình bày chỉ bao gồm kênh một của hệ thống. Hình 8 trình bày kết quả mô phỏng của hệ thống ANC truyền thẳng hai kênh không sử dụng giải thuật VSS. Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động hiệu quả, sau 0.06 giây, nhiễu sơ cấp đã bị khử hoàn toàn. Phân tích miền tần số cho thấy cường độ giảm khoảng 56 dB sau 1 giây và 120 dB sau 5 giây mô phỏng.



Hình 8. Kết quả mô phỏng hệ thống ANC truyền thẳng không sử dụng giải thuật VSS với độ lợi $\mu = 0.005$

Bảng 2. Các kết quả mô phỏng hệ thống truyền thẳng hai kênh

Nguồn nhiễu (Hz)	Không dùng VSS	Giải thuật Kwong	Giải thuật Aboulnasr	Giải thuật José Gil F. Zipf
1000	113 dB	121 dB	127 dB	110 dB
670, 890, 1000	110 dB	107 dB	57.3 dB	112.3 dB
340, 670, 890, 1000, 1200	56 dB	32,2 dB	51,2 dB	43 dB

Bảng 3. Hiệu quả của hệ thống khi có sai lệch độ trễ giữa $\hat{G}(z)$ và $G(z)$.

Sai lệch giữa $\hat{G}(z)$ và $G(z)$	Độ suy hao nhiễu (dB)
-3	-459
-2	-15
-1	49,7
0	42,5
1	33,4
2	1,15
3	-206

Trong Bảng 1 là các kết quả phân tích trong miền tần số sau 1 giây mô phỏng của hệ thống. Kết quả cho thấy, nguồn nhiễu bao gồm càng nhiều tần số, càng cần nhiều thời gian để khử hoàn toàn được nhiễu.

Từ kết quả trong Bảng 2, có thể thấy sự sai lệch giữa hàm truyền ước lượng $\hat{G}(z)$ và hàm truyền thực tế $G(z)$ không nên sai lệch quá 1 đơn vị đối với mô hình hệ thống kiểm soát nhiễu truyền thẳng hai kênh.

Trong Bảng 3 là các kết quả phân tích trong miền tần số sau 1 giây mô phỏng của hệ thống. Kết quả cho thấy, nguồn nhiễu bao gồm càng nhiều tần số, càng cần nhiều thời gian để khử

hoàn toàn được nhiễu. Hiệu quả khử nhiễu của hệ thống ANC bốn kênh thấp hơn so với hệ thống ANC hai kênh trong cùng khoảng thời gian mô phỏng (1 giây).

Bảng 4. Kết quả mô phỏng hệ thống truyền thẳng bốn kênh

Nguồn nhiễu (Hz)	Không dùng VSS	Giải thuật Kwong	Giải thuật Aboulnasr	Giải thuật José Gil F.Zipf
1000	55 dB	53 dB	50 dB	53 dB
670, 890, 1000	42 dB	38 dB	38.6 dB	38 dB
340, 670, 890, 1000, 1200	32,4 dB	30,8 dB	29,4 dB	41,6 dB

Bảng 5. Hiệu quả của hệ thống khi có sai lệch độ trễ giữa $\hat{G}(z)$ và $G(z)$

Sai lệch giữa $\hat{G}(z)$ và $G(z)$	Độ suy hao nhiễu (dB)
-4	-26,2
-3	17,6
-2	34,9
-1	35
0	32
1	26,2
2	13,3
3	-14,5

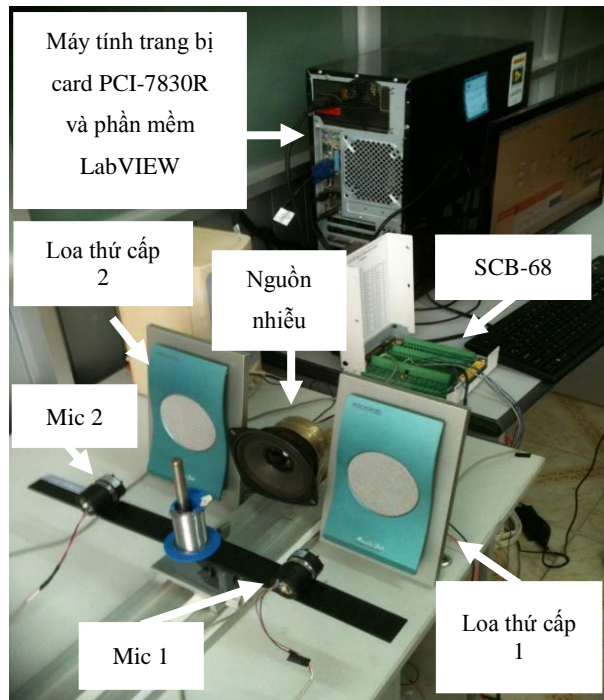
Từ kết quả trong Bảng 4, có thể thấy sự sai lệch giữa hàm truyền ước lượng $\hat{G}(z)$ và hàm truyền thực tế $G(z)$ không được lớn hơn 2 đơn vị và nhỏ hơn 3 đơn vị đối với mô hình hệ thống kiểm soát nhiễu truyền thẳng bốn kênh.

Khác biệt độ trễ giữa hàm truyền ước lượng $\hat{G}(z)$ và hàm truyền thực tế $G(z)$ không được chênh lệch nhau quá nhiều, thông thường độ trễ không nên lớn hơn hoặc nhỏ hơn từ 1 đến 2 đơn vị. Tốt nhất không nên có sai lệch giữa hai hàm truyền này.

Khi số lượng kênh trở nên nhiều hơn, hệ thống dễ mất ổn định hơn. Các đồ thị phân tích theo miền tần số cho thấy, khi số lượng kênh càng nhiều, hệ thống càng cần nhiều thời gian để nhiễu tổng hợp suy giảm. Hiệu quả làm việc của hệ thống ANC trong cùng một khoảng thời gian cũng giảm đáng kể khi tăng số kênh.

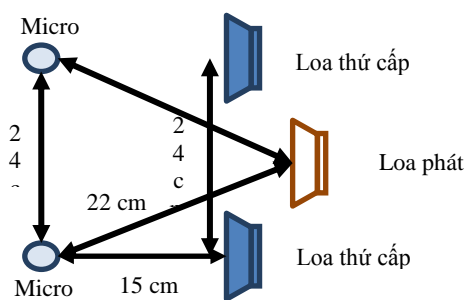
Các giá trị độ trễ của hàm truyền sơ cấp và thứ cấp cũng bắt đầu có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả của hệ thống khi số kênh tăng lên.

Thực nghiệm



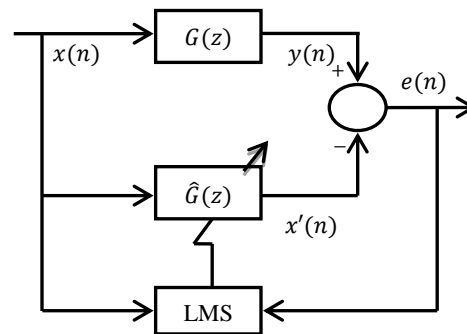
Hình 9. Mô hình thực nghiệm hệ thống ANC truyền thẳng

Mô hình ANC truyền thẳng thời gian thực được bố trí như Hình 9. Trong đó, nguồn nhiễu (được tạo ra từ máy tính) phát ra loa sơ cấp để tạo nhiễu sơ cấp, micro dùng để thu nhiễu tổng hợp đưa về SCB-68 để truyền về card PCI-7830R và xử lý trên máy tính. Sau khi tính toán, hệ thống sẽ tạo nhiễu thứ cấp phát ra các loa thứ cấp, nhiễu tổng hợp sẽ được triệt tiêu tại hai vị trí đặt micro.



Hình 10. Sơ đồ bố trí hệ thống ANC thời gian thực

Hàm truyền $G(z)$ là hàm truyền của nhiễu thứ cấp phát ra từ loa thứ cấp đến micro tổng hợp. Hàm mô phỏng $G(z)$ được ước lượng thông qua mô hình huấn luyện hàm truyền chúng tôi xây dựng như trong Hình 11.



Hình 11. Sơ đồ mô hình huấn luyện hàm truyền \hat{G}

Mô hình huấn luyện hàm truyền hoạt động như sau, đầu tiên loa thứ cấp sẽ phát tần số được chỉ định có thể là tần số tổng hợp từ nhiều tần số

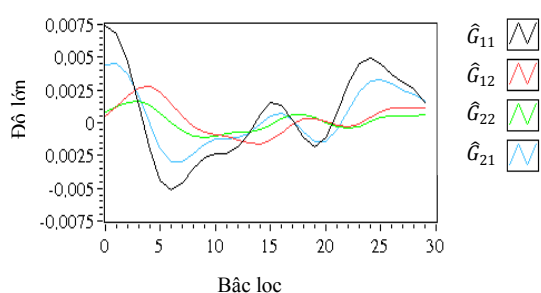
khác nhau với biên độ xác định. Tín hiệu phát ra ở loa thứ cấp và micro tổng hợp sẽ được sử dụng để tính toán hàm truyền thứ cấp trong máy tính được lập trình bằng giải thuật LMS và VSSLMS. Việc này tiến hành tuần tự từng cặp loa và micro nhiều lần để cho kết quả tốt nhất. Sau khi hoàn tất việc huấn luyện. Hàm truyền $G(z)$ thu được sẽ sử dụng vào hệ thống khử nhiễu.

Các thông số huấn luyện:

Tần số lấy mẫu: 10 KHz.

Tần số huấn luyện 450 Hz, 700 Hz, 1400 Hz.

Độ lợi $\mu = 0,0002$.



Hình 12. Đồ thị giá trị hàm truyền $\hat{G}(z)$ huấn luyện được

Kết quả của việc huấn luyện được trình bày trong Hình 12, trong đó $\hat{G}_{11}, \hat{G}_{12}, \hat{G}_{22}, \hat{G}_{21}$ là các hệ số biểu diễn cho hàm truyền từ các loa thứ cấp đến các micro tổng hợp trong thời gian thực mà hệ thống huấn luyện đã ước lượng được.

Áp dụng các kết quả của hàm truyền từ hệ thống huấn luyện, chúng tôi tiến hành cài đặt và

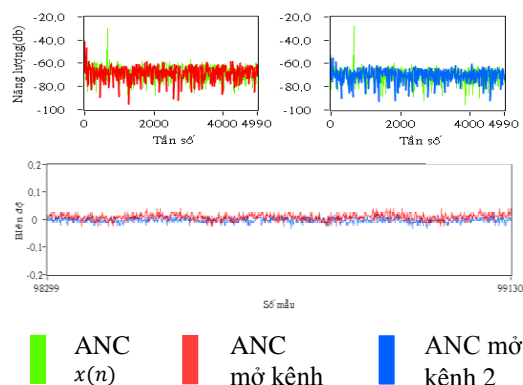
thu thập dữ liệu của hệ thống khử nhiễu hai kênh trong thời gian thực. Kết quả phân tích các mẫu dữ liệu được ghi nhận khi hệ thống đã khử nhiễu thành công được trình bày dưới dạng đồ thị trong miền thời gian và miền tần số.

Các thông số thực nghiệm:

Tần số lấy mẫu: 10 KHz.

Nguồn nhiễu một tần số 650 Hz.

Độ lợi $\mu = 0,5$.



Hình 13. Hệ thống ANC ở tần số 650 Hz

Hình 13 trình bày kết quả mô phỏng của hệ thống ANC không dùng giải thuật cập nhật độ lợi. Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động hiệu quả với nguồn nhiễu đơn tần số, sau khoảng 4 giây thì nhiễu tiến gần về không và ổn định. Phân tích theo miền tần số cho thấy cường độ nhiễu đã giảm khoảng 32 dB.

Bảng 6. Các kết quả đạt được của hệ thống ANC thời gian thực

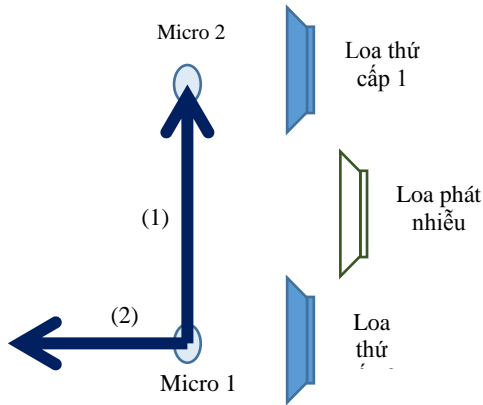
Nguồn nhiễu (Hz)	Không dùng VSS	Dùng giải thuật Kwong	Dùng giải thuật Aboulnasr	Dùng Giải thuật José Gil F. Zipf
450	29 dB	28 dB	32 dB	18 dB
650	32 dB	21 dB	16 dB	30 dB
900	35 dB	x	x	26 dB
450, 1400	22 dB	21 dB	x	18 dB
700, 800	28 dB	x	x	12 dB
700, 1400	15 dB	x	x	21 dB
450, 700, 1400	21 dB	x	x	24 dB

Từ các kết quả thực nghiệm nhận thấy hệ thống ANC thời gian thực không sử dụng giải thuật cập nhật độ lợi, giải thuật Kwong, giải thuật Aboulnasr và giải thuật José Gil F. Zipf hoạt động hiệu quả với các nguồn nhiễu đơn tần số và tổng hợp từ hai đến ba tần số, nhiễu tổng hợp ở các trường hợp giảm từ 12 dB – 35 dB.

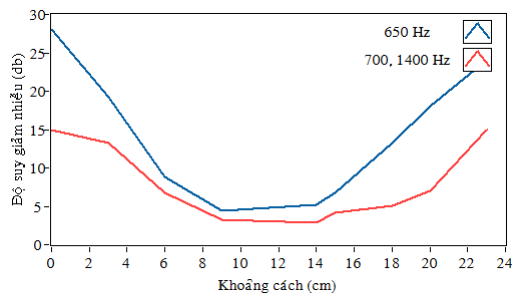
Các kết quả thực nghiệm trong miền tần số ở Bảng 5 là kết quả thu được khi chạy hệ thống trong cùng một khoảng thời gian (30 giây).

Khảo sát bán kính khử nhiễu của hệ thống

Việc khảo sát bán kính khử nhiễu của hệ thống được thực hiện như sơ đồ trong Hình 14 nhằm khảo sát sự thay đổi về cường độ âm thanh xung quanh vùng khử nhiễu được định trước trong thực nghiệm. Các kết quả được trình bày trong Hình 15 và Hình 16.

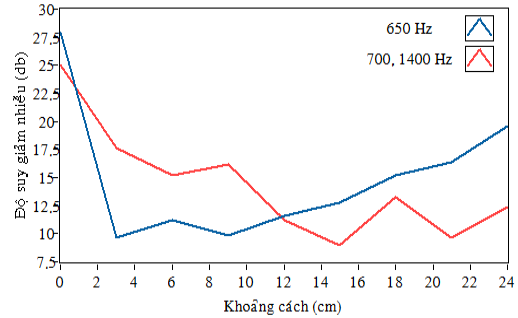


Hình 14. Sơ đồ khảo sát sự thay đổi của cường độ âm thanh trong thực nghiệm



Hình 15. Đồ thị thay đổi cường độ âm thanh từ micro 1 theo hướng (1)

Hình 15 trình bày kết quả thu được khi tiến hành khảo sát sự thay đổi về cường độ âm thanh theo hướng (1) như trong sơ đồ như Hình 14. Kết quả cho thấy, vùng khử nhiễu hiệu quả là khoảng 4 cm theo hướng (1), vùng khử nhiễu kém hiệu quả nằm trong khoảng 6 cm - 16 cm theo hướng (1), nằm khoảng giữa micro 1 và micro 2.



Hình 16. Đồ thị sự thay đổi cường độ âm thanh từ micro 1 theo hướng (2)

Hình 16 trình bày kết quả thu được khi tiến hành khảo sát sự thay đổi về cường độ âm thanh theo hướng (2) như trong sơ đồ Hình 14. Kết quả cho thấy, vùng khử nhiễu hiệu quả là khoảng 3 cm theo hướng (2). Hiệu quả của hệ thống không còn tốt nếu tiếp tục đi ra xa theo hướng (2).

KẾT LUẬN

Với mô hình kiểm soát nhiễu dùng lọc thích nghi, có thể làm suy giảm đáng kể năng lượng của các tín hiệu nhiễu. Tuy nhiên, để có thể nghe được sự nhỏ đi của nhiễu, cần phải cách ly mô hình thí nghiệm bởi vì sóng âm lan truyền theo nhiều phương nên sẽ còn nhiều vị trí mà tại đó nhiễu thứ cấp phát ra không thể khử được nhiễu sơ cấp. Các kết quả đạt được của bài báo như sau:

Mô phỏng hệ thống ANC truyền thẳng đa kênh (có thể lên tới 6 kênh) trên máy tính sử dụng phần mềm LabVIEW với nhiều tham số có khả năng tùy biến linh hoạt.

Xây dựng giao diện trên LabVIEW dễ dàng cho việc khảo sát các thông số của các thuật toán cập nhật độ lợi, bổ chính bão hòa, bộ lọc thông

dải. Từ các thông số trên có thể khảo sát các đặc tính của mô hình khử nhiễu đa kênh bao gồm hàm truyền, độ lợi, băng thông và chất lượng khử nhiễu.

Xây dựng mô hình ANC truyền thẳng hai kênh thời gian thực, sử dụng các giải thuật cập nhật độ lợi để tăng hiệu quả cho hệ thống với thông số từ mô hình huấn luyện hàm truyền thứ cấp theo giải thuật LMS và giải thuật VSS LMS.

Multichannel active noise control system using variable step size algorithms

- Nguyen Vuong Thuy Ngan
 - Tran Duc Long
 - Tran Thi Minh Tho
 - Huynh Van Tuan
- University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

This paper presents the feed-forward multichannel active noise control which was simulated on LabVIEW and experimented on two channel feed-forward active noise control in real-time. The simulation of feed-forward multichannel active noise control system was built on LabVIEW by using FxLMS algorithm and other algorithms such as Variable Step-size (VSS) and saturation compensation. Moreover, LMS and VSS LMS algorithm were used to train the secondary path in order to improve the

convergence speed and stabilization of ANC system in the real-time. The experimental results show that the ANC system in real-time using variable step-size and without using variable step-size algorithm work effectively with noise sources which were synthesized from one to three frequencies. The noise level in these cases decreased around 12 dB - 35 dB and the noise reduction radius measured is about 3 cm around the microphone.

Key words: active noise control, variable step-size, LMS, filtered-x LMS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. H.V. Tuan, N.H. Phuong, N.N. Long, Adaptive neural network for feedback active noise control system, *Journal of Science & Technology Development – Vietnam National University Ho Chi Minh City*, 12, 12, 86-92 (2009).
- [2]. B. Mazaud, M.A. Galland, A multi-channel feedback algorithm for the development of active liners to reduce noise in flow duct applications, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 21, 2880-2899 (2007).
- [3]. T.A. Muhammad, M. Abe, M. Kawamata, A. Nishihara, Online secondary path modeling in multichannel active noise control systems using variable step size, *Signal Processing*, 3448, 1-11 (2008).

- [4]. P.A. Nelson, H. Hamada, S.J. Elliott, Adaptive inverse filters for stereophonic sound reproduction, *IEEE Transactions on Signal Processing*, 40, 7, 1621-1632 (1992).
- [5]. R.H. Kwong, E. W. Johnston, A variable step size LMS algorithm, *IEEE Trans. Signal Process.*, 40, 7, 1633-1642 (1992).
- [6]. T. Aboulnasr, K. Mayyas, A robust variable step-size LMS-type algorithm: analysis and simulations, *IEEE Trans. Signal Process.*, 45, 3, 631-639 (1997).
- [7]. J.G.F. Zipf, O.J. Tobias, R. Seara, A VSSLMS algorithm based on error autocorrelation, *16th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2008)*, Lausanne, Switzerland, August 25-29, 2008.