

ỨNG DỤNG ANFIS TRIỆT NHIỄU TRONG HỆ THỐNG DS-CDMA

Phạm Hồng Liên, Võ Quế Sơn, Nguyễn Thị Thu

Trường Đại học Bách khoa – Đại học Quốc Gia Tp. HCM

(Bài nhận ngày 27 tháng 06 năm 2003)

TÓM TẮT: Sự ra đời của các chuẩn truyền thông 3G mà tiêu biểu hiện nay là W-CDMA (châu Âu) và CDMA2000 (Hàn Quốc) đã khắc phục được những nhược điểm của các hệ thống trước đó về mặt dung lượng thuê bao, khả năng bảo mật, tốc độ dữ liệu,... Các phương pháp triệt nhiễu cho các hệ thống này đã và đang được quan tâm rất nhiều. Các hệ thống CDMA chịu ảnh hưởng đáng kể của các loại nhiễu khác nhau như fading, giao thoa, MAI,... Mặc dù nhiễu giao thoa có ảnh hưởng không lớn đến chất lượng dịch vụ CDMA do hệ thống này dùng kỹ thuật trải phổ tiên tiến nhưng ở các môi trường có tỉ số E_b/N_0 bé thì ảnh hưởng này rất đáng kể. Bài báo này trình bày một kỹ thuật triệt nhiễu giao thoa cho hệ thống DS-CDMA. Kỹ thuật này đưa ra một cấu trúc mạng kết hợp giữa fuzzy logic và mạng nơ-ron dùng triệt nhiễu cho các máy thu, cấu trúc này rất mềm dẻo nghĩa là có thể thay đổi một cách dễ dàng tùy theo điều kiện môi trường truyền tín hiệu. Việc kết hợp này cho phép tận dụng được khả năng đáp ứng nhanh và khả năng huấn luyện của fuzzy logic và mạng nơ-ron.

Từ khóa : Fuzzy logic, mạng nơ-ron, kỹ thuật trải phổ, ANFIS.

I. Giới thiệu :

1. Tổng quan về Fuzzy logic :

Hình 1 trình bày cấu trúc tổng quát của một hệ thống Fuzzy logic. Các giá trị vật lý đầu vào χ_i được mờ hóa thành các hàm liên thuộc, sau đó các hàm liên thuộc này được kết hợp với nhau theo các quan hệ gọi là luật hợp thành R có dạng Mamdani hay Sugeno tuy nhiên trong khuôn khổ bài báo này ta chỉ xét dạng Sugeno như sau :

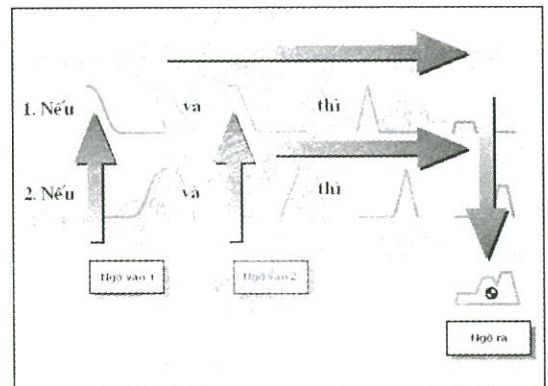
R_1 : NẾU $\chi_1 = A_{11}$ VÀ ... VÀ $\chi_m = A_{1m}$ THÌ $\gamma = B_1$ hoặc

R_2 : NẾU $\chi_2 = A_{21}$ VÀ ... VÀ $\chi_m = A_{2m}$ THÌ $\gamma = B_2$ hoặc

...

R_n : NẾU $\chi_n = A_{n1}$ VÀ ... VÀ $\chi_m = A_{nm}$ THÌ $\gamma = B_n$
trong đó χ_i, γ là giá trị mờ của các ngõ vào và ngõ ra.

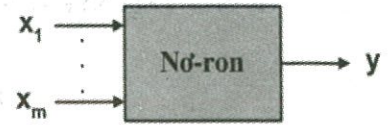
Sau khi được kết hợp bằng các luật hợp thành (max-Min, max-PROD, sum-MIN, sum-PROD), giá trị mờ ngõ ra γ sẽ được giải mờ bằng một trong các phương pháp sau : phương pháp cực đại hay phương pháp điểm trọng tâm để cho ra giá trị rõ y.



Hình 1

2. Tổng quan về mạng nơ-ron:

Mạng nơ-ron là sự tái tạo bằng kỹ thuật những chức năng của hệ thần kinh con người. Trong quá trình tái tạo, có thể lược bỏ một số chức năng không cần thiết và tạo ra những chức năng mới nhằm giải quyết các yêu cầu của các bài toán đặt ra.



Hình 2

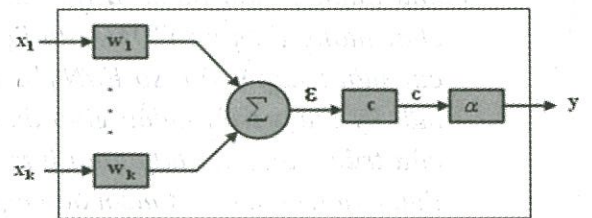
Một nơ-ron có thể có nhiều rẽ đầu vào nhưng chỉ có một rẽ đầu ra. Bởi vậy nếu xem nơ-ron như một khâu điều khiển thì nó chính là khâu MISO (multi input-single output) như hình 3.

Sự thay thế những tính chất cơ bản của nơ-ron sinh học bằng một mô hình toán học tương đương được gọi là mạng nơ-ron nhân tạo. Mạng nơ-ron nhân tạo có thể được chế tạo bằng nhiều cách khác nhau vì vậy trong thực tế tồn tại rất nhiều kiểu mạng nơ-ron nhân tạo.

3. Cấu tạo của mạng nơ-ron nhân tạo :

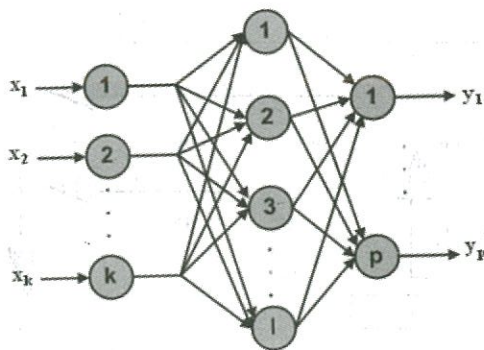
Hình 4 mô tả một nơ-ron nhân tạo gồm 3 thành phần cơ bản :

- Khâu Σ là khâu cộng các kích thích đầu vào lại với nhau theo các trọng số w_i

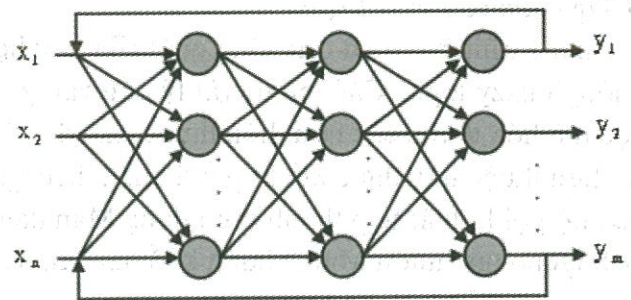


Hình 3

- Khâu tiền đáp ứng c: tạo ra giá trị đáp ứng tăng giảm phụ thuộc vào giá trị đầu vào.
- Khâu tạo đáp ứng α : tạo ra giá trị y của một nơ-ron biểu diễn trạng thái kích thích đến các nơ-ron tiếp theo trong mạng.



Hình 4



Hình 5

Mạng nơ-ron bao gồm vô số các nơ-ron được liên kết truyền thông với nhau trong mạng. Mạng nơ-ron bao gồm một hay nhiều lớp trung gian được gọi là mạng MLP (multilayer perceptrons net) như hình 4.

Tuy nhiên mạng MLP có một cấu trúc khác làm tăng độ chính xác khi xử lý thông tin, đó là cấu trúc mạng MLP hồi tiếp như hình 5.

4. Phương thức làm việc của mạng nơ-ron:

Phương thức làm việc của một mạng nơ-ron nhân tạo có thể phân chia làm hai giai đoạn:

- *Giai đoạn học* (learning phase)
- *Giai đoạn tự tái tạo* (reproduction phase)

Ở một mạng nơ-ron có cấu trúc bền vững có nghĩa là vector hàm trọng lượng đầu vào, khâu đáp ứng và khâu tạo tín hiệu ra đều cố định không bị thay đổi về mặt cấu trúc cũng như tham số thì mạng có một quá trình truyền đạt xác định chắc chắn, tĩnh hoặc động phụ thuộc vào cấu tạo của các nơ-ron trong mạng.

Ở đầu vào của mạng xuất hiện thông tin thì tại đầu ra cũng xuất hiện một đáp ứng tương ứng. Đối với mạng nơ-ron có quá trình truyền đạt tĩnh, đáp ứng đầu ra xuất hiện ngay khi đầu vào nhận được thông tin, còn đối với mạng nơ-ron có quá trình truyền đạt động thì phải sau một khoảng thời gian quá độ ở đầu ra của mạng nơ-ron mới xuất hiện đáp ứng. Xuất phát từ quan điểm mọi đáp ứng của nơ-ron đều tiến định tự nhiên, có nghĩa là khi xuất hiện các kích thích ở đầu vào của mạng ở các thời điểm khác nhau các giá trị như nhau thì đáp ứng đầu ra của mạng ở các thời điểm tương ứng cũng hoàn toàn giống nhau.

Quá trình làm việc như vậy trong một mạng nơ-ron được gọi là *quá trình tái diễn lại* (reproduction). Khi có thông tin ở đầu vào mạng lưu giữ thông tin đó và dựa trên các tri thức của mình đưa ra đáp ứng ở đầu ra phù hợp với lượng thông tin thu được từ đầu vào.

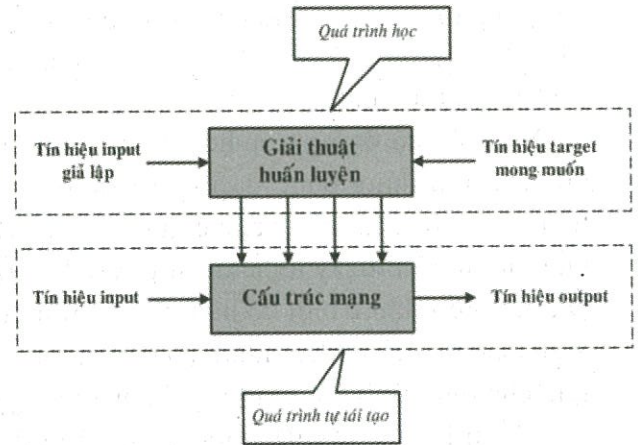
5. Sự kết hợp giữa fuzzy logic và mạng nơ-ron:

Như ta đã biết ưu điểm của fuzzy logic là xử lý thông tin một cách định tính và định lượng, rất nhạy cảm đối với sự thay đổi của mô hình, đáp ứng của hệ thống rất nhanh và xây dựng hệ thống dựa trên kinh nghiệm là chủ yếu, nhưng nhược điểm của fuzzy logic là không có khả năng cập nhật và nâng cao tri thức. Còn đối với mạng nơ-ron thì ít nhạy cảm đối với thay đổi của mô hình: một thay đổi nhỏ giá trị các trọng số chưa đủ để thay đổi tính năng của mạng nơ-ron. Việc xây dựng mạng nơ-ron dựa trên quá trình học từ các mẫu dữ liệu, đáp ứng của mạng chậm do số lượng phép tính thường lớn nhưng bù lại mạng nơ-ron có khả năng học hỏi tri thức thông qua quá trình huấn luyện mạng. Như vậy ưu điểm của mạng nơ-ron chính là nhược điểm của fuzzy logic và ngược lại. Để tận dụng những ưu điểm của fuzzy logic và mạng nơ-ron người ta có thể ghép chung thành một hệ thống fuzzy-neural. Việc ghép nối này có thể thực hiện song song hay nối tiếp.

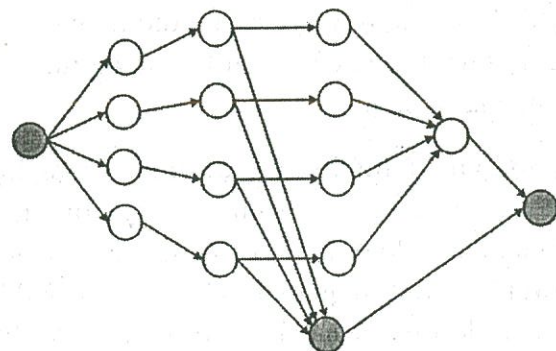
Tuy nhiên với cách ghép như trên thì tín hiệu chỉ được xử lý bằng fuzzy logic hay bằng nơ-ron hoàn toàn tại mỗi khoảng thời gian nhất định chứ chưa có sự pha trộn giữa hai kỹ thuật trên.

Sau đây ta sẽ tìm hiểu một kỹ thuật lai ghép giữa fuzzy logic và mạng nơ-ron mà ở đó tín hiệu được xử lý đồng thời bằng cả hai kỹ thuật trên.

Điều này cho phép tận dụng tối đa ưu điểm của cả hai phương pháp. Cách ghép này có tên gọi là *hệ thống suy luận neuro-fuzzy thích nghi* (ANFIS: Adaptive Neuro-Fuzzy Inference



Hình 6



Hình 7

System).

Ý tưởng cơ bản của kỹ thuật này là đưa ra các phương pháp để hệ thống mờ có thể học từ các thông tin vào/ra cho trước (thông tin huấn luyện), từ đó xây dựng một hệ thống các hàm liên thuộc (membership function) cho phép hệ thống này có thể suy luận các đáp ứng ra của hệ thống từ các kích thích ngõ vào dựa trên cấu trúc của hệ thống đã được học. Cấu trúc của các hàm liên thuộc này đóng vai trò như cấu trúc của một mạng nơ-ron. Mô hình của quá trình này như hình 6.

Như vậy hệ thống trên hoạt động giống như một mạng nơ-ron thật sự. Tuy nhiên nó có ưu điểm là tận dụng được đáp ứng nhanh của hệ thống mờ và khả năng học hỏi tri thức của mạng nơ-ron. Mặt khác các công thức xác định giá trị tại mỗi nút của mạng đều sử dụng các phép toán trên fuzzy logic để suy luận hay tính toán.

Đây là điểm khác biệt cơ bản giữa một mạng nơ-ron thật sự và một mạng nơ-ron dùng fuzzy logic. Chính điểm khác nhau cơ bản này làm tăng độ nhạy của mạng đối với thông tin vào và làm cho quá trình xử lý thông tin qua mạng nhanh hơn nhiều so với mạng nơ-ron thuần túy.

Cấu trúc của ANFIS được mô tả ở hình 7, trong đó mỗi nút trong mạng được kết hợp từ các nút khác dựa trên các phép toán *and*, *or* hay *not* theo các luật hợp thành. Mỗi nút đặc trưng cho một hệ số chuẩn hoá của các luật.

Các tham số kết hợp với các hàm liên thuộc sẽ thay đổi trong quá trình huấn luyện cho mạng. Việc tính toán các tham số này (hay điều chỉnh chúng) được tối ưu bởi một vector gradient. Vector này cung cấp một phương tiện để đánh giá chất lượng của mô hình ANFIS khi hệ thống này được xây dựng dựa trên tập dữ liệu vào/ra cùng các tham số. Một khi vector gradient được tính toán, một số quá trình tối ưu hóa sẽ được thực hiện để điều chỉnh các tham số sao cho làm giảm sai số đánh giá chất lượng. (thường được định nghĩa bởi tổng bình phương sai phân giữa các đầu ra thực sự và đầu ra mong muốn. ANFIS còn sử dụng cả quá trình hồi tiếp hay kết hợp cả phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu (least squares estimation) và hồi tiếp để xây dựng các tham số hàm liên thuộc.

Việc xây dựng một cấu trúc ANFIS cũng tương tự như nhiều kỹ thuật xây dựng hệ thống khác. Trước tiên, ta giả sử rằng có một cấu trúc mạng được tham số hóa (liên quan từ đầu vào đến các hàm liên thuộc, đến các luật hợp thành, đến đầu ra,...). Kế tiếp, ta chọn tập dữ liệu vào/ra để huấn luyện cho ANFIS. Việc huấn luyện sẽ kết thúc khi sai số giữa kết quả đầu ra mong muốn và đáp ứng thực sự của ANFIS nhỏ hơn một giá trị cho trước hoặc có thể huấn luyện với số lần huấn luyện cho trước. Dĩ nhiên là sai số càng bé hay số lần huấn luyện càng lớn thì kết quả càng chính xác nhưng thời gian đáp ứng sẽ lâu.

ANFIS tận dụng được cả ưu điểm của fuzzy logic và mạng nơ-ron. Bởi vậy đáp ứng hệ thống sẽ nhanh hơn cộng với khả năng mềm dẻo có thể cập nhật thông tin để xây dựng lại cấu trúc mạng được.

5. Sơ lược về mô hình triệt nhiễu trong hệ thống CDMA:

Trong hệ thống thông tin di động nói chung và hệ thống CDMA nói riêng đều chịu tác động của nhiễu loại nhiễu khác nhau, tuy nhiên do đặc thù của kỹ thuật trải phổ sử dụng các mã trải phổ gần trực giao nên hệ thống CDMA còn có thêm một loại nhiễu giao thoa khác là giao thoa đa truy cập (MAI). Bài báo này chỉ xét tác động của các loại nhiễu có tính chất cộng tác động lên tín hiệu truyền đi. Gọi b_k là chuỗi bit dữ liệu của kênh thứ k , c_k là mã trải phổ tương ứng. Khi đó ta có một số các tín hiệu sau:

$$s_k = b_k \cdot c_k : \text{tín hiệu đã trải phổ}$$

Điều chế sóng mang trên s_k ta thu được x_k : đây là tín hiệu truyền đi.

Phía thu sẽ tách sóng được:

$$y_k = x_k + n \quad \text{với } n: \text{ là nhiễu trên đường truyền}$$

Bài báo này sẽ áp dụng mô hình ANFIS để giảm tối thiểu ảnh hưởng của nhiễu n tác động lên tín hiệu truyền đi x sao cho phía thu tách sóng thu được tín hiệu y gần giống với tín hiệu truyền x nhất.

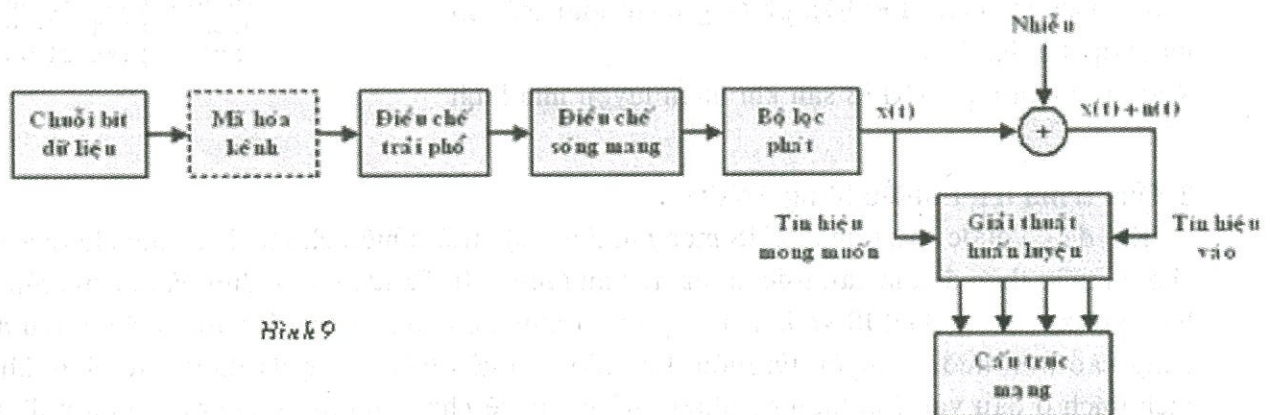
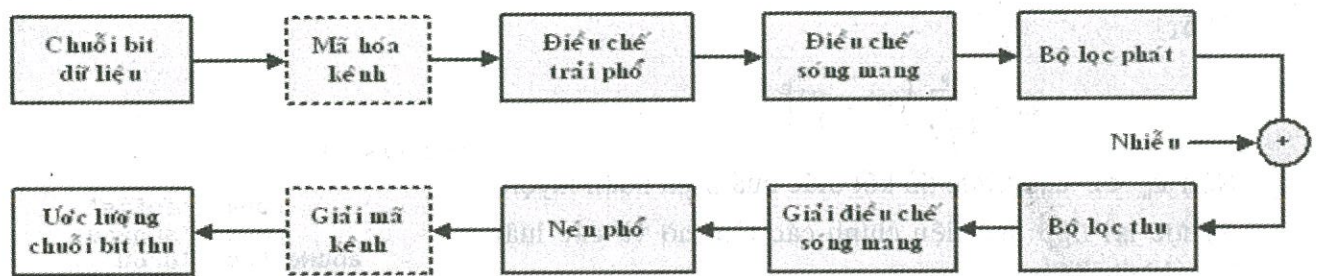
II. Triệt nhiễu giao thoa bằng ANFIS :

Như đã trình bày về ANFIS, để thực hiện việc triệt nhiễu giao thoa dùng mô hình này ta cần làm hai bước:

- Dùng tín hiệu giả lập huấn luyện cho ANFIS để xây dựng một hệ thống mạng tối ưu
- Thực hiện quá trình tự tái tạo trên tín hiệu thực.

Xét mô hình một hệ thống trải phổ như hình 8.

Trước tiên chuỗi bit phát của user được điều chế trải phổ bằng các mã trải phổ thành một dãy các chip, sau đó dãy chip này lại được điều chế với sóng mang qua bộ lọc phát rồi truyền đi. Trên đường truyền tín hiệu bị cộng nhiễu : có thể là nhiễu trắng, can nhiễu của các kênh kề cận hay các user khác. Tại đầu thu, tín hiệu được cho qua bộ lọc thu, giải điều chế sóng mang rồi nén phổ lại, dựa vào tín hiệu đã nén phổ mà bộ thu sẽ ước lượng chuỗi bit đã truyền. Các bộ lọc tại bộ phát và bộ thu thường dùng là bộ lọc raised-cosin để triệt giao thoa liên ký tự (ISI).



Hình 9

1. Quá trình huấn luyện cho ANFIS:

Sơ đồ quá trình huấn luyện cho ANFIS như hình 9. Việc huấn luyện cho mạng thực chất chỉ là quá trình tạo ra được hai tập tín hiệu: tín hiệu truyền có nhiễu $x(t)+n(t)$, và tín hiệu truyền không nhiễu $x(t)$. Sau đó dùng hai tập tín hiệu này huấn luyện cho ANFIS để tạo ra

một cấu trúc mạng có đặc tính : nếu cho kích thích là tín hiệu có nhiễu $n(t)$ ở đầu vào của mạng thì đáp ứng ở đầu ra của mạng sẽ là tín hiệu không nhiễu. Việc tạo hai tập tín hiệu trên phải mô phỏng sao cho càng giống tín hiệu thực càng tốt, khi đó cấu trúc mạng sẽ có khả năng triệt nhiễu rất cao. Tuy nhiên ta lưu ý rằng cấu trúc mạng trên không loại bỏ hẳn nhiễu $n(t)$ hoàn toàn để thu được $x(t)$ mà chỉ loại bỏ tương đối nhiễu để được tín hiệu thu là $\bar{x}(t)$. Việc $\bar{x}(t)$ giống $x(t)$ như thế nào là tùy thuộc vào cấu trúc mạng đã huấn luyện.

Có rất nhiều phương pháp huấn luyện cho mạng tùy theo độ chính xác của đầu ra theo tập dữ liệu mẫu dùng huấn luyện. Với các mạng nơ-ron thuần túy (không kết hợp fuzzy logic) thì phương pháp thường dùng là thay đổi hướng ngược gradient. Tuy nhiên với mô hình ANFIS, các bước tuần tự thực hiện pha huấn luyện như sau:

- 1) Thực hiện mờ hoá các giá trị ngõ vào thành các tập mờ.
- 2) Thực hiện các phép toán kết hợp trên cơ sở các luật hợp thành tại các nút mạng.
- 3) Giải mờ các giá trị đã tính ta thu được các giá trị rõ đầu ra.
- 4) So sánh giữa các giá trị đầu ra đã tính và giá trị mẫu.
- 5) Nếu sai số còn lớn hơn ngưỡng thì hiệu chỉnh lại các tập mờ và các luật hợp thành tại các nút mạng.
- 6) Thực hiện các bước trên cho đến khi nào các giá trị đầu ra tính được thỏa mãn sai số với các giá trị đầu ra mẫu.

Nếu gọi x_k , y_k là các giá trị mẫu đầu vào và đầu ra dùng để huấn luyện cho mạng thì sau khi giải mờ ta thu được các giá trị tập giá trị \bar{y}_k . Kế đó ta tính tiếp sai số bình phương giữa y_k và \bar{y}_k :

$$E_k = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^p [y_j^{(k)} - \bar{y}_j^{(k)}]^2$$

Nếu $E_k < \epsilon$ cho trước thì kết thúc quá trình huấn luyện. Ngược lại tiếp tục hiệu chỉnh các tập mờ và các luật hợp thành ở các nút mạng.

Sau khi huấn luyện ta thu được một cấu trúc mạng có các thông số bao gồm: các quy tắc và luật hợp thành được sử dụng (max, PROD), phương pháp giải mờ, số luật hợp thành,...

Cấu trúc của một ANFIS sau khi huấn luyện như hình bên.

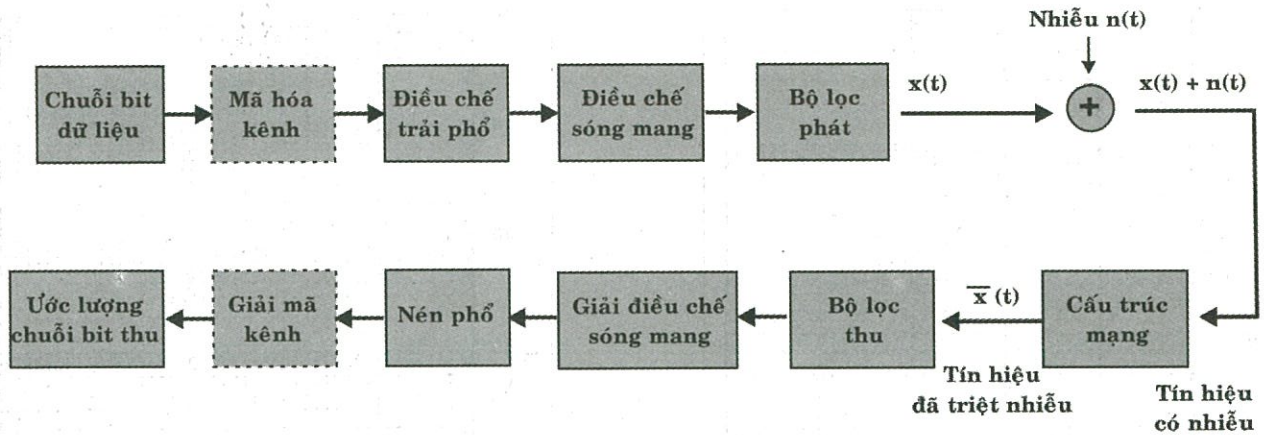
2. Quá trình triệt nhiễu bằng ANFIS :

Khi đã có được cấu trúc ANFIS mong muốn, việc triệt nhiễu cho tín hiệu thực là quá trình cho tín hiệu thực đi qua cấu trúc mạng này như hình 10. Ta lưu ý một điều là các mô hình tín hiệu khi xây dựng ANFIS và khi cho vào triệt nhiễu chỉ khác nhau ở thành phần nhiễu được cộng vào trên đường truyền tín hiệu. Lúc này với cấu trúc mạng đã được xác định, khi có kích thích ở đầu vào (tín hiệu có nhiễu) thì mạng sẽ cho đáp ứng ở đầu ra (tín hiệu đã triệt nhiễu). Mức độ triệt nhiễu phụ thuộc vào việc huấn luyện có chính xác hay không.

out_fismat =

```

name: 'anfis'
type: 'sugeno'
andMethod: 'prod'
orMethod: 'max'
defuzzMethod: 'wtaver'
impMethod: 'prod'
aggMethod: 'max'
input: [1x2 struct]
output: [1x1 struct]
rule: [1x4 struct]
    
```



Hình 10

III. Kết quả mô phỏng:

Vì thực hiện bằng ANFIS nên không thể xác định chính xác được công thức BER do vậy các kết quả đều được thực hiện mô phỏng để so sánh và rút ra kết luận.

Các kết quả mô phỏng được thực hiện bằng phần mềm MATLAB: tốc độ bit 2Mbps, kênh truyền nhiễu Gauss, nhiễu đồng kênh 14dB, điều chế BPSK và QPSK thực hiện có và không có mã hóa kênh (ECC).

Quá trình mô phỏng được thực hiện theo các bước sau:

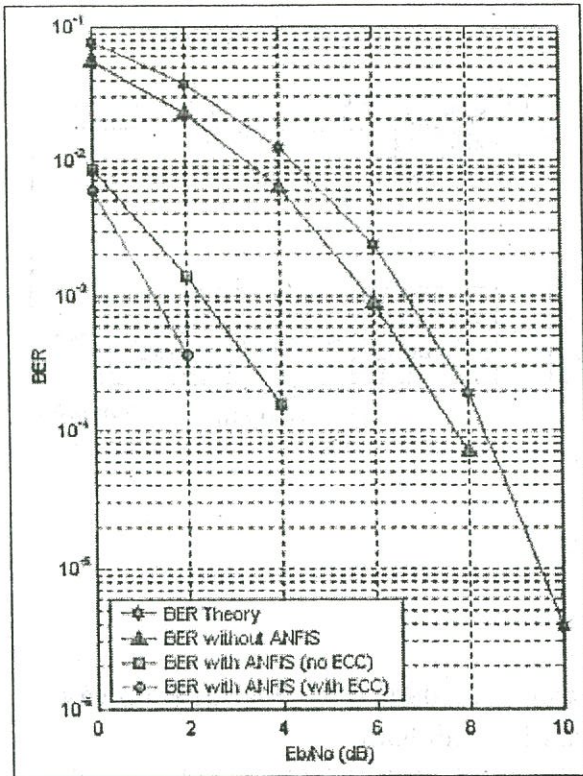
- Tạo một chuỗi bit dữ liệu nhị phân ngẫu nhiên
- Thực hiện mã hóa, trái phổ, điều chế sóng mang trên chuỗi bit đã tạo
- Truyền tín hiệu lên đường truyền, cộng với nhiễu
- Ở phía thu thực hiện thu tín hiệu, cho qua mạng ANFIS để triệt nhiễu, sau đó giải điều chế, nén phổ, giải mã
- So sánh kết quả khi không triệt nhiễu và sau khi triệt nhiễu để tính toán các kết quả BER.

Các công thức tính BER lý thuyết tham khảo từ một số sách nước ngoài tính toán BER khi truyền tín hiệu không điều chế trái phổ để ta thấy được rằng thực chất kỹ thuật trái phổ cũng đã là một phương pháp triệt nhiễu giao thoa.

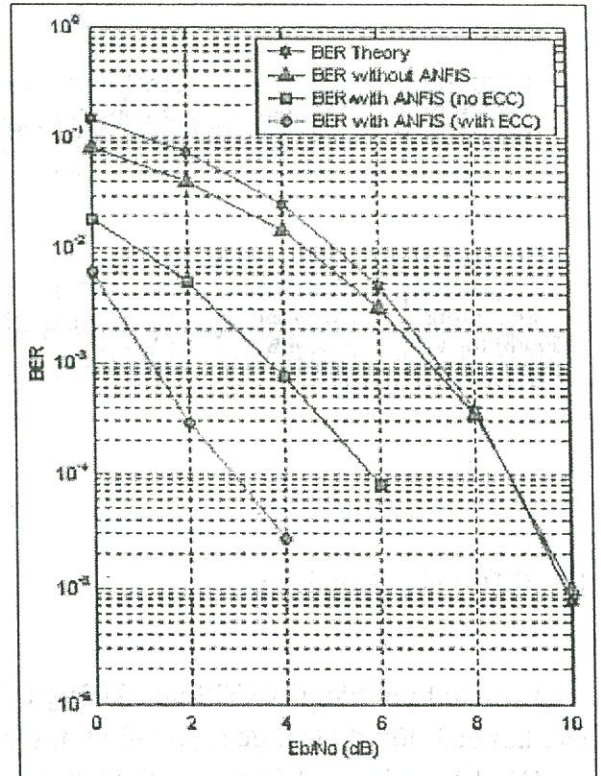
Biểu thức BER

$$BER_{BPSK} = \frac{1}{2} * \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E_b}{N_0}}$$

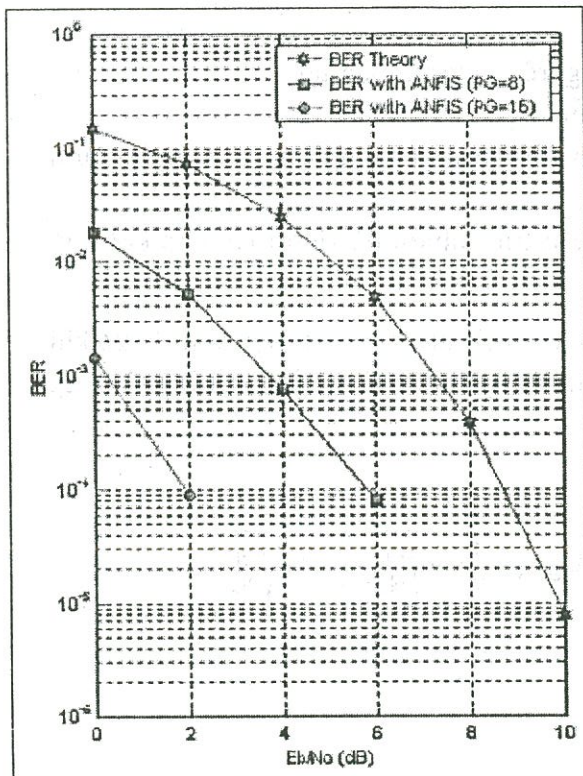
$$BER_{QPSK} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E_b}{N_0}} - \frac{1}{4} \operatorname{erfc}^2 \sqrt{\frac{E_b}{N_0}}$$



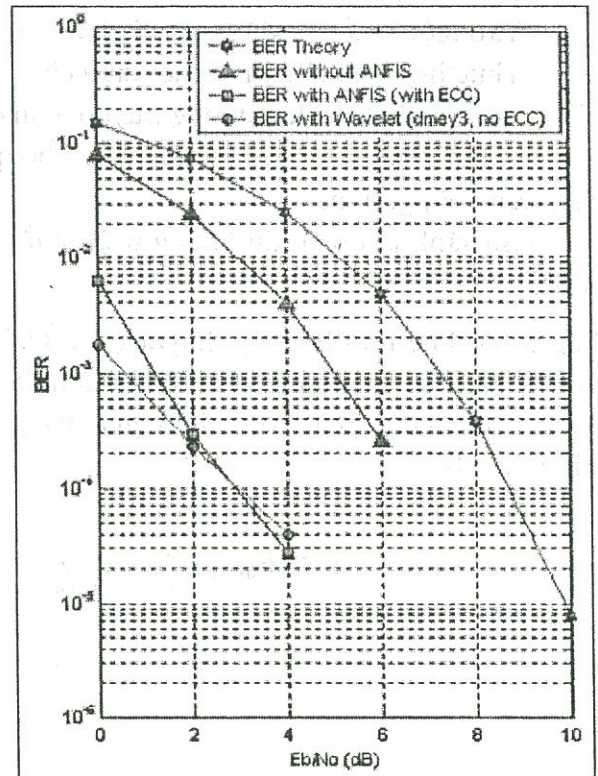
Hình 13



Hình 14



Hình 15



Hình 16

IV. Nhận xét và hướng phát triển:

Từ các kết quả đã khảo sát ta thấy phương pháp triệt nhiễu bằng mạng neuro-fuzzy rất tốt ngay cả khi không có mã hóa kiểm soát lỗi (ECC). Bản thân kỹ thuật trải phổ cũng đã là một phương pháp hạn chế tác động của nhiễu, việc tăng hệ số trải phổ cũng làm giảm đi ảnh hưởng của nhiễu lên tín hiệu thu. Tuy nhiên do băng tần trải phổ tuy lớn nhưng có giới hạn (IS-95 là 1.25 MHz, W-CDMA là 5MHz) nên tốc độ chip cũng bị giới hạn, do vậy hệ số trải phổ cũng bị giới hạn.

Kết quả so sánh giữa triệt nhiễu bằng mạng nơ-ron-fuzzy với phương pháp triệt nhiễu bằng biến đổi Wavelet tương đối như nhau. Tuy nhiên theo như khảo sát thì đáp ứng của mạng neuro-fuzzy nhanh hơn. Đó chính là ưu điểm của phương pháp này. Mạng neuron-fuzzy kết hợp được khả năng đáp ứng nhanh của fuzzy logic và khả năng cập nhật tri thức của mạng nơ-ron để tạo ra một cấu trúc mạng mới mềm dẻo hơn và xử lý thông tin tốt hơn.

Với những kết quả đã khảo sát, ta thấy rằng mạng nơ-ron kết hợp với fuzzy logic có khả năng xử lý tốt vấn đề triệt nhiễu trong hệ thống CDMA. Điều này có thể cải thiện chất lượng của hệ thống lên rất nhiều nhất là các dịch vụ đòi hỏi có tỉ lệ lỗi bit thấp.

Tuy nhiên nhược điểm của phương pháp này là phải có dữ liệu đủ chính xác để huấn luyện cho mạng, mà điều này đòi hỏi phải cần có thời gian để máy thu và phát trao đổi tín hiệu huấn luyện, hơn nữa thực hiện việc này bằng phần cứng không phải đơn giản trong mọi trường hợp.

Các kết quả đã khảo sát mới chỉ dừng lại ở mức độ nghiên cứu, đánh giá ưu điểm của phương pháp triệt nhiễu này. Có thể tăng tốc độ xử lý để có thể áp dụng phương pháp trên trong việc xử lý tín hiệu real-time bằng cách cài đặt giải thuật huấn luyện và triệt nhiễu trên ngôn ngữ C để có thể thực hiện mô phỏng thời gian thực trên Kit-DSP.

ADDITIVE INTERFERENCE CANCELLATION IN CDMA SYSTEM USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY NETWORK

Pham Hong Lien, Vo Que Son, Nguyen Thi Thu

ABSTRACT: *The appearance of 3G communication standards represented by W-CDMA (Europe) and CDMA2000 (Korea) has overcome difficulties of previous systems about subscriber capacity, security, data rate, ... Interference cancellation for these systems have been researched carefully. CDMA systems are affected by many kinds of noise such as: fading, interference, MAI, ... Although additive noise has no more efficient to quality of CDMA services because these systems use modern spread-spectrum technique. But in many environment has small E_b/N_0 ratio, this effect is significant and can not be ignored. This paper introduces a noise cancellation technique for DS-SS-CDMA system. This technique gives a network structure combined from fuzzy logic and neural network to reduce effect of additive noise in received signal. This structure is very flexible, it means that we can modify this structure depend on transmitted environment conditions. This combination improves the both advantages: trained ability of neuro-network and fast-response of fuzzy logic.*

Key words: Fuzzy logic, neural network, spectrum spread technique, ANFIS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T.Ojanpera and R. Prasad, *Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications*. Boston, MA: Artech House, 1998.
- [2] N. M. Blachman, *Noise and its Effect in Communication*, McGraw-Hill, 1999
- [3] User'Guide, *Fuzzy Logic Toolbox*
- [4] Fredric M.Ham, Ivic A Kostanic, *Principles of Neurocomputing for Science and Engineering*, McGraw Hill, 2001
- [5] Phan Xuân Hình-Nguyễn Doãn Phước, *Lý thuyết điều khiển mờ*, NXB Giáo Dục.