

Một phương pháp điều khiển mượn kênh tần số thông minh trong mạng di động tế bào trên cơ sở hệ mờ-Nơ ron

Hà Mạnh Đào^{1,*}, Nguyễn Xuân Quỳnh², Đỗ Hữu Trí³

¹*Viện Công nghệ thông tin, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam*

²*Viện nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa, 156A Quán Thánh, Ba Đình, Hà Nội, Việt Nam*

³*Bộ Thông tin và Truyền thông, 18 Nguyễn Du, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 26 tháng 4 năm 2010

Tóm tắt. Bài toán mượn/ khoá kênh tần số mạng di động tế bào là bài toán thuộc loại NP-Hard. Trong mạng di động tế bào, tỉ số cuộc gọi tới, thời gian thực hiện cuộc gọi và truyền thông overhead giữa BS và MSC là không rõ ràng và không xác định. Cho nên mặc dù đã có nhiều thuật toán tìm kiếm đã được đề xuất, nhưng kết quả ứng dụng vẫn còn hạn chế, nhất là trong mạng di động thế hệ mới. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một phương pháp mượn kênh mới sử dụng một bộ điều khiển thông minh. Phương pháp mới được xây dựng trên cơ sở tích hợp của các công nghệ thông minh như logic mờ, mạng nơ ron nhằm đạt cực đại số cuộc gọi được phục vụ trong mạng tế bào phân tán. Qua phân tích và thực hiện mô phỏng, phương pháp mượn kênh mới thể hiện khả năng học, khả năng tối ưu và khả năng hoạt động tốt hơn các phương pháp khác. Kết quả cho thấy tỉ lệ khóa cuộc gọi mới, rút cuộc gọi do chuyển giao thấp và độ trễ gán kênh ngắn.

1. Đặt vấn đề

Trong mạng di động tế bào[1,2], việc điều khiển mượn kênh tần số nhằm làm giảm tải ở những vùng có lưu lượng cao, khoá tần số ở ô đồng kênh nhằm tránh nhiễu có vai trò hết sức quan trọng trong việc quản lý và chia sẻ phổ tần số cho các thuê bao một cách hiệu quả. Tác giả Sajal K. Das at. al. đã đề xuất phương pháp cân bằng tải với mượn chọn lọc (LBSB) [3], theo đó việc mượn kênh được thực hiện trước khi số kênh rỗi trong ô cận kềt và việc mượn kênh không chỉ từ các ô lân cận mà bao gồm tất cả các ô cùng nhóm compact với nó. Trong [4],

Jiang và Rappaport đã đề xuất thuật toán mượn kênh không khoá kênh(CBWL) mà sử dụng việc giảm công suất truyền để loại bỏ nhiễu đồng kênh. Để giảm hiệu ứng Ping-Pong, Yongbing Zhang[5] đã đề xuất thuật toán mượn kênh thích nghi mà trong đó phân biệt trạng thái tải các tế bào của mạng di động thành các loại nóng, trung bình và lạnh. Để nâng cao khả năng mượn kênh của các tế bào trong phương pháp mượn kênh thích nghi của Yongbing Zhang, các tác giả H.M.D at. al. [6-8] đã đề xuất cải tiến thuật toán mượn kênh thích nghi kết hợp với cải tiến phương pháp khoá kênh. Từ đó xác suất khoá kênh và xác suất rút cuộc gọi giảm hơn so với các thuật toán được đề xuất bởi Yongbing Zang, Sajal K. Das. Từ việc phân

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-37564764.
E-mail: hmdao@ioit.ac.vn

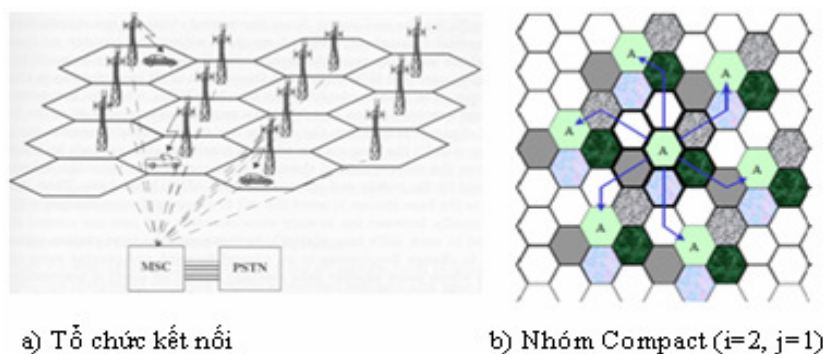
tích các thuật toán mượn kênh tiêu biểu này chúng ta thấy: Đa số các phương pháp này sử dụng các giá trị ngưỡng cố định để xác định trạng thái tải của tế bào, do đó có thể gây ra hiệu ứng ping-pong khi tải dao động xung quanh các ngưỡng cố định. Điều này gây cho hệ thống mất ổn định và truyền các thông điệp không cần thiết mức độ cao. Hơn nữa sự ước lượng tải lưu lượng là khó và tốn thời gian, thời gian các cuộc gọi tới và thời gian thực hiện cuộc gọi là không rõ ràng và bất định. Điều đó đã đặt ra vấn đề cần có một cơ chế dự báo phù hợp hơn- phương pháp điều khiển mượn kênh thông minh. Phương pháp điều khiển mượn kênh thông minh được xây dựng trên cơ sở các công nghệ thông minh mà chủ yếu là mạng nơ ron, logic mờ và gen[9-13]. Trong bài báo này, chúng tôi sẽ đề xuất một phương pháp điều khiển mượn kênh thông minh cho mạng di động tế bào trên cơ sở tích hợp bộ điều khiển mờ và mạng nơ ron nhằm nâng cao chỉ số QoS của

mạng di động tế bào. Phương pháp này tránh được việc sử dụng giá trị ngưỡng cố định và tối ưu việc mượn/cho mượn kênh có xem xét đến tải lưu lượng của mạng di động tế bào. Sau đó chúng tôi sẽ thực hiện mô phỏng và so sánh với các phương pháp mượn kênh khác như LBSB và thích nghi.

Nội dung bài báo được chúng tôi phân bố như sau: Phần hai sẽ trình bày tóm tắt những khái niệm cơ bản nhất liên quan đến việc phân hoạch ô trong mạng tế bào. Sau đó chúng tôi đề xuất thuật toán mượn kênh thông minh trên cơ sở tích hợp mạng nơ ron-mờ, thực hiện mô phỏng và đánh giá kết quả mô phỏng đó. Cuối cùng, trong phần ba trình bày một số điểm kết luận của bài báo.

2. Phương pháp điều khiển mượn kênh thông minh

2.1. Mô hình hệ thống thông tin di động tế bào



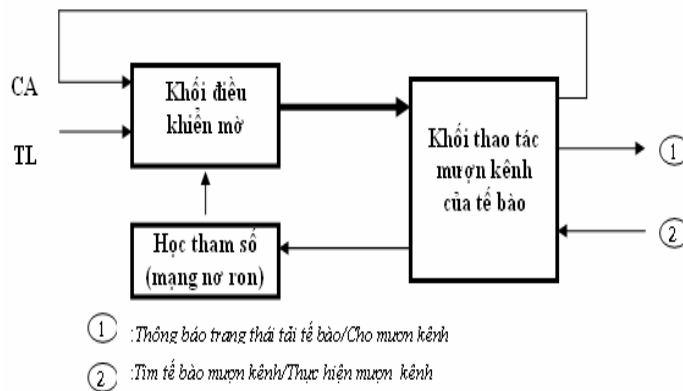
Hình 1: Mạng di động tế bào

Mô hình hệ thống mạng di động tế bào cơ bản có đặc điểm sau: Hệ thống gồm một số tế bào hình lục giác, trong đó mỗi tế bào được phục vụ bởi một trạm cơ sở (BS). Trạm cơ sở và trạm di động truyền thông với nhau qua kênh liên kết vô tuyến. Tập hợp các ô được liên kết với nhau qua một trung tâm chuyển mạch (MSC) và hoạt động như một cổng của mạng tế bào kết nối tới các mạng viễn thông PSTN,

ISDN hoặc mạng máy tính LAN/WAN khác. Các BS kết nối với các thuê bao di động bằng đường truyền vô tuyến và với MSC bằng đường truyền hữu tuyến (Hình 1-a). Và trong mạng này mỗi tế bào được cấp một số kênh CH cố định và tập kênh đó sẽ được sử dụng lại trong các tế bào mà cách nó khoảng cách tối thiểu đủ xa để tránh nhiễu. Một nhóm các tế bào sử dụng các kênh phân biệt hình thành một mẫu

compact bán kính R . Số ô trong nhóm Compact được tính bởi công thức $N=i^2 + ij + j^2$, trong đó các tham số i và j gọi là các tham số shift. Cho một tế bào c , các tế bào lân cận nhiều của c được định nghĩa bởi $IN(c)=\{c' | \text{dist}(c,c') < D_{\min}\}$, với $D_{\min} = 3\sqrt{3}R$. Nếu N_i định nghĩa là số tế bào trong vòng i thì đối với tế bào hình lục giác $N_i=1$ nếu $i=0$, $N_i=6$ nếu $i>1$. Trong bài báo của chúng tôi, mạng tế bào được giả thiết thêm là có thể phân hoạch thành một số tập con phân biệt ký hiệu lần lượt là $G_0, G_1, \dots, G_{k-1}$ sao cho với bất cứ 2 tế bào nào trong cùng một tập con đều nằm

về một phía đối với tập con khác bởi một khoảng cách tối thiểu $D_{\min}$. Cũng vậy, chúng tôi cũng phân hoạch tập kênh cấp cho mạng thành K tập con phân biệt lần lượt là $P_0, P_1, \dots, P_{k-1}$. Các kênh trong $P_i (i=1, 2, \dots, k-1)$ gọi là các kênh cơ sở (nominal) đối với các tế bào trong G_i , được sắp xếp thứ tự trong một danh sách. Trong mạng này, một kênh i được chọn sử dụng hoặc được gọi là cho phép phụ thuộc nó có được gán cho MS hay không. Một kênh được sử dụng bởi tế bào c sẽ bị nhiễu nếu nó được sử dụng lại bởi các tế bào trong $IN(c)$ (do khoảng cách $< D_{\min}$).



Hình 2. Mô hình bộ điều khiển mượn kênh thông minh

Với mô hình mạng di động tế bào đề có đặc điểm như trên. Sau đây, chúng tôi sẽ đề xuất thuật toán điều khiển mượn kênh tần số để cho phép một tế bào có thể mượn kênh từ các tế bào lân cận xung quanh, hoặc cho các tế bào khác mượn kênh chưa dùng đến của nó mà có chú ý đến tải lưu lượng hiện thời của tế bào.

2.2. Thuật toán điều khiển mượn kênh tần số thông minh (ICB)

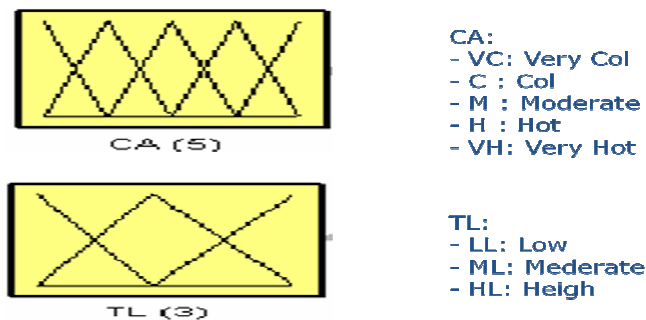
Trong thuật toán này, chúng tôi sử dụng bộ điều khiển tích hợp logic mờ và mạng nơ ron để dự báo trạng thái của một tế bào, và tối ưu hoá các tham số hàm thành viên của các luật điều khiển

mờ trên cơ sở tải lưu lượng và số kênh cho phép hiện thời của tế bào. Mô hình hệ thống điều khiển này (hình 2) gồm có 3 modul thành phần chính là: khối điều khiển mờ truyền thống, khối thao tác mượn kênh của tế bào và khối mạng nơ ron- mờ. Trong đó khối điều khiển mờ cho phép ánh xạ tín hiệu đầu vào là số kênh cho phép và tải lưu lượng hiện thời tới đầu ra. Khối thao tác mượn kênh của tế bào thực hiện đưa ra quyết định trạng thái của tế bào. Đồng thời thực hiện cập nhật thông tin trạng thái của các tế bào lân cận, thực hiện tìm kiếm các tế bào lân cận trong hoạt động mượn kênh và cuối cùng quyết định số kênh cho phép mượn hay phải

mượn từ các tế bào lân cận. đó. Còn khối mạng nơ ron- mờ thực hiện học tham số để điều chỉnh các tham số của hàm thành viên nhằm tối ưu hoá các tham số đó để tối ưu tập luật điều khiển.

- Bộ điều khiển mờ: Tín hiệu đầu vào là số kênh cho phép(CA) và tải lưu lượng(TL). Tín

hiệu CA được mờ hoá thành nhiều tập mờ với giá trị biến ngôn ngữ, chẳng hạn như: VeryCol(VC), Col(C), Moderate(M), Hot(H), VeryHot(VH). Tín hiệu TL được mờ hoá thành các tập mờ LowLoad(LL), ModerateLoad(ML), HighLoad(HL). Các hàm thành viên mờ của các tín hiệu đầu vào có dạng như hình 3a.



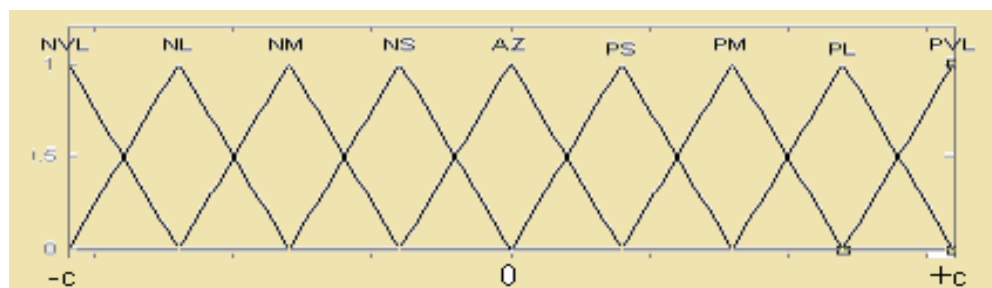
Hình 3a. Hàm thành viên mờ hóa tín hiệu đầu vào.

Khối giải mờ dùng phương pháp trọng tâm cho phép ánh xạ giá trị biến ngôn ngữ đầu ra bộ điều khiển mờ thành giá trị rõ ràng. Giá trị đầu ra trong trường hợp sẽ được tính theo công thức sau:

$$y^* = \frac{\sum_{j=1}^M \mu_j w_j}{\sum_{j=1}^M \mu_j} \quad (1)$$

Và từ đó số kênh cho phép mượn là $y=y^* \cdot IN(c)$ và μ_j là mức độ phần điều kiện của luật thứ j và w_j là phần kết luận của luật thứ j . Nếu khoảng kênh mà tế bào cho phép mượn là $[-c,0]$

và khoảng số kênh mà tế bào cần mượn là $[0,+c]$ thì khối giải mờ sẽ thực hiện ánh xạ giá trị mờ đầu ra vào khoảng giá trị $[-c,c]$. Giá trị đầu ra bộ giải mờ càng âm có nghĩa số kênh của tế bào có khả năng cho các tế bào khác mượn càng nhiều. Ngược lại, giá trị giải mờ càng dương, có nghĩa tế bào cần mượn số kênh càng nhiều. Còn giá trị bằng 0 tương ứng không thực hiện mượn kênh với các tế bào lân cận. Với hàm thành viên được chọn là hình tam giác thì hàm thành viên của đầu ra mờ thể hiện như hình 3b.



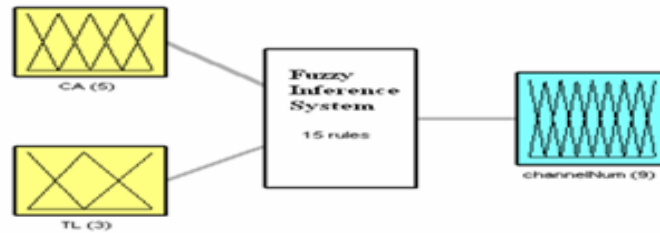
Hình 3b. Hàm thành viên của đầu ra bộ điều khiển mờ.

Khối suy diễn mờ và cơ sở dữ liệu mờ: Các khối này là hạt nhân cơ bản của bộ điều khiển mờ. Khối cơ sở dữ liệu mờ gồm một tập các luật IF-THEN mờ mà phần IF và phần THEN đều là các biến ngôn ngữ. Dạng luật chung nhất đối với hệ thống MISO trong trường hợp có 2 đầu vào và một đầu ra có dạng:

Input : x is A' AND y is B'
 R^1 : IF x is A_1 AND y is B_1 THEN z is C_1
 ALSO R^2 : IF x is A_2 AND y is B_2 THEN z is C_2

 ALSO R^n : IF x is A_n AND y is B_n THEN z is C_n

Conclusion : z is C'



Hình 4. Hệ thống suy diễn mờ

R_i	CA	TL	ES
1	VC	LL	NL
2	C	LL	NM
3	M	LL	NS
4	H	LL	AZ
5	VH	LL	PS
6	VC	ML	NM
7	C	ML	NS
8	M	ML	AZ
9	H	ML	PS
10	VH	ML	PM
11	VC	HL	NS
12	C	HL	AZ
13	M	HL	PS
14	H	HL	PM
15	VH	HL	PL

Trong đó x, y, z là các biến ngôn ngữ thuộc không gian U, V, W tương ứng. Các biến này biểu diễn các biến điều khiển và A_i, B_i, C_i là các giá trị ngôn ngữ của các biến ngôn ngữ x, y, z tương ứng. Với hệ thống điều khiển như hình 2, tín hiệu biến ngôn ngữ đầu vào là số kênh cho phép CA và tải lưu lượng TL và tín hiệu đầu ra mờ là ES thì hệ thống suy diễn mờ và tập luật mờ gồm $5 \times 3 = 15$ luật thể hiện như hình 4.

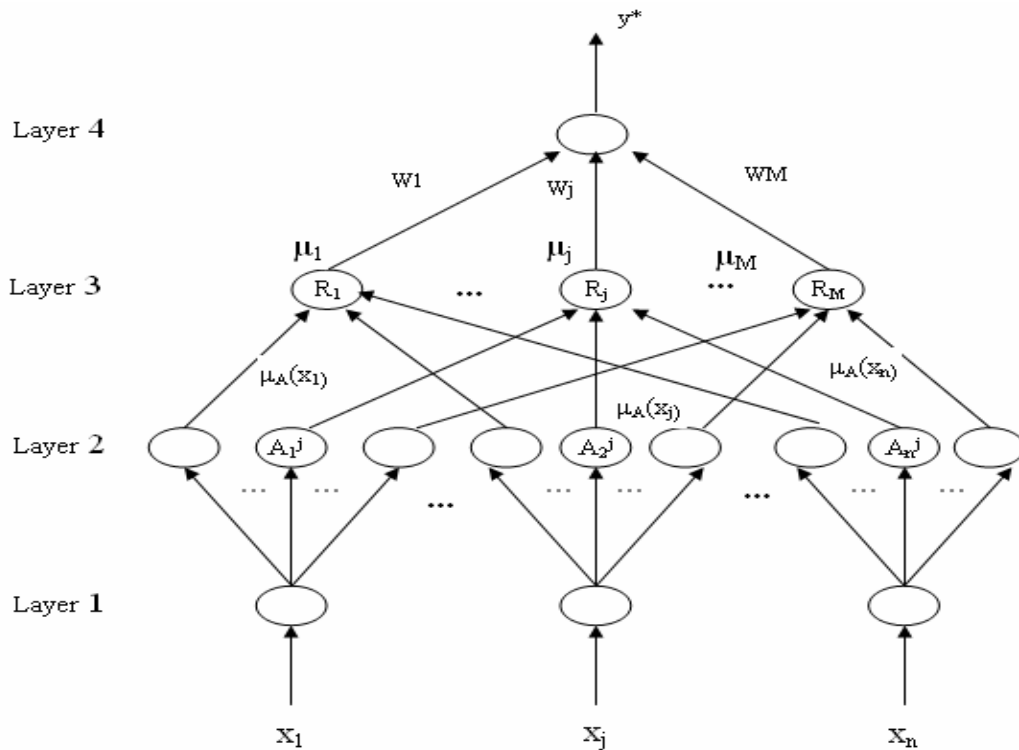
- Khối thao tác mượn kênh tế bào: Khối này thực hiện các chức năng sau: i) Quyết định

trạng thái tế bào; ii) Thực hiện chức năng cập nhật thông tin về trạng thái tải của các tế bào lân cận. Trong thao tác này, tế bào sử dụng một mảng để lưu giữ trạng thái của các tế bào lân cận có kích cỡ $C \times F$ với C là số tế bào lân cận bình thường được chọn là 6, F là số kênh cấp phát cho các tế bào lân cận. Ngoài ra nó còn lưu trữ các trạng thái của các tế bào đồng kênh và các tế bào khác trong nhóm compact. iii) Thực hiện chuyển kênh: Khối thực hiện nhiệm vụ này khi có yêu cầu mượn kênh từ tế bào khác hoặc

cho tế bào lân cận mượn kênh, tùy thuộc vào trạng thái tải hiện thời của tế bào.

- Khối học tham số bằng mạng nơ ron- mờ: Cho phép sử dụng mạng nơ ron đã được huấn luyện để tối ưu hoá các tham số của hàm thành viên, từ đó tối ưu hoá được tập mờ điều khiển. Mạng nơ ron – mờ sử dụng trong trường hợp này là mạng gồm 4 lớp với 2 đầu tín hiệu đầu vào là số kênh cho phép và tải lưu lượng và một tín hiệu đầu ra. Mạng sẽ được huấn luyện với thuật truyền ngược để tìm các tham số tối ưu của hàm thành viên mờ. Dạng chung của mạng nơ ron- mờ này như hình 5. Lớp 1 bao gồm 2

nút đầu vào ($n=2$) biểu diễn các biến ngôn ngữ đầu vào với x_1 là CA và x_2 là TL. Lớp 4 gồm có một nút đầu ra biểu diễn tín hiệu đầu ra y . Lớp 2 biểu diễn các giá trị biến ngôn ngữ đầu vào. Trọng liên kết giữa lớp 1 và lớp 2 là đơn vị. Lớp 3 biểu diễn các luật mờ, mỗi nút biểu diễn luật R_j với phần kết luận dạng singleton. Trong liên kết giữa lớp 2 và lớp 3 là hàm thành viên của phần điều kiện. Tham số học của mạng nơ ron mờ với các luật mờ singleton sẽ được điều chỉnh bởi các hàm thành viên đầu vào μ_{A^i} và số thực w_j .

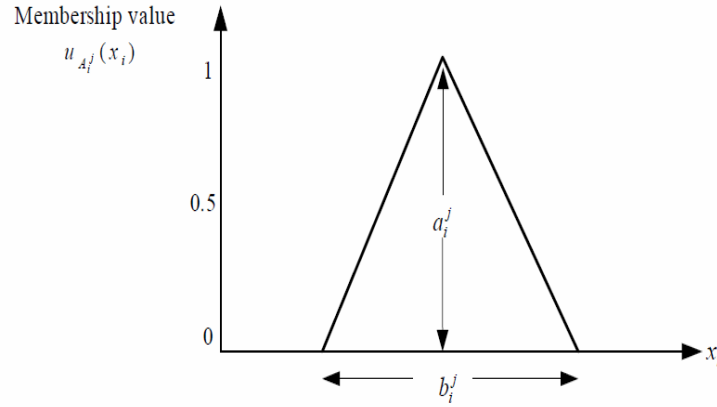


Hình 5. Mạng nơ ron- mờ tối ưu tham số hàm thành viên mờ.

2.3. Thuật toán tối ưu tham số hàm thành viên

Xét hàm thành viên dạng tam giác cân như

hình 6. Giá trị hàm thành viên được xác định bởi công thức sau:



Hình 6. Hàm thành viên mờ sử dụng hình tam giác cân.

$$\mu_{A_i^j}(x_i) = 1 - \frac{2|x_i - a_i^j|}{b_i^j}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, M \quad (2)$$

Mục tiêu là tìm tham số hàm thành viên mờ tam giác tối ưu: giá trị tâm a_i^j và giá trị độ rộng b_i^j . Với mạng nơ ron - mờ 4 lớp (như đã mô tả ở trên), chúng tôi sẽ thực hiện huấn luyện mạng với tập mẫu gồm p cặp $\{X^k, d^k\}$, với $k=1, 2, \dots, p$. Trong đó X là véc tơ tín hiệu đầu vào: $X^k = [CA^k, TL^k]$, d^k là tín hiệu đầu ra mong muốn của mẫu thứ k .

Với các luật mờ sử dụng trong các nút mạng lớp thứ 3 là các luật mờ Singleton có dạng:

$$R^j: IF x_i \text{ is } A_i^j \text{ AND } x_2 \text{ is } A_2^j \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n \text{ is } A_n^j, \text{ THEN } y \text{ is } w_j \quad (3)$$

Trong đó x_i là biến đầu vào, y là biến đầu ra, A_n^j là giá trị biến ngôn ngữ của phần điều kiện với hàm thành viên $\mu_{A_i^j}(x_i)$, w_j là một số thực của phần mệnh đề kết quả, $j=1, 2, \dots, M$ và $i=1, 2, \dots, n$. Kết quả giải mờ được tín hiệu đầu ra được tính toán bằng phương pháp trọng tâm:

$$y^* = \frac{\sum_{j=1}^M \mu_j w_j}{\sum_{j=1}^M \mu_j} \quad (4)$$

$$\text{Với: } \mu_j = \mu_{A_1^j}(x_1) \mu_{A_2^j}(x_2) \dots \mu_{A_n^j}(x_n) \quad (5)$$

Đầu ra của bộ suy luận mờ y^* có thể được tính bằng phương trình (3) và (4). Chúng ta sẽ đưa ra thuật học tham số đối với các luật logic mờ trên sử dụng thuật học BP. Từ mạng nơ ron sử dụng và các điều kiện giả thiết ở trên, hàm mục tiêu được xác định có dạng:

$$E = \frac{1}{2} (y - d)^2 \quad (6)$$

Thay phương trình (4), (5) vào (6), ta được phương trình:

$$E = \frac{1}{2} \left[\frac{\sum_{j=1}^M \mu_j(x) w_j}{\sum_{j=1}^M \mu_j(x)} - d \right]^2 = \frac{1}{2} \left[\frac{\sum_{j=1}^M (\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^j}(x_i)) w_j}{\sum_{j=1}^M (\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^j}(x_i))} - d \right]^2 \quad (7)$$

Cực tiểu hàm mục tiêu E và từ dạng hình học của hàm thành viên $\mu_{A_i^j}(\cdot)$ được xác định bởi giá trị tâm a_i^j và độ rộng b_i^j , ta có thể được xác định như sau luật điều chỉnh tham số hàm thuộc sau:

$$a_i^j(t+1) = a_i^j(t) - \eta_a \left\{ \frac{\mu_j(x)}{\sum_{j=1}^M \mu_j(x)} (y - d)(w_j - y) \operatorname{sgn}(x_i - a_i^j) \frac{2}{b_i^j \mu_{A_i^j}(x_i)} \right\} \quad (8)$$

$$b_i^j(t+1) = b_i^j(t) - \eta_b \left\{ \frac{\mu_j(x)}{\sum_{j=1}^M \mu_j(x)} (y-d)(w_j - y) \frac{1 - \mu_{A_i^j}(x_i)}{b_i^j \mu_{A_i^j}(x_i)} \cdot \frac{1}{b_i^j} \right\} \quad (9)$$

$$w_j(t+1) = w_j(t) - \eta_w \left\{ \frac{\mu_j(x)}{\sum_{j=1}^M \mu_j(x)} (y-d) \right\} \quad (10)$$

Phương trình từ (8) đến (10) là các luật cập nhật để điều chỉnh các luật mờ với hàm thành viên hình tam giác. Dựa trên các luật này, thuật toán sau đây sẽ được sử dụng để điều chỉnh 3 tập tham số a_i^j , b_i^j và w_j .

Thuật toán p_1:

Step 1: Khởi tạo các luật logic mờ ban đầu: Giá trị của a_i^j được thiết lập sao cho vùng tín hiệu đầu vào x_i là được chia đều. Giá trị độ rộng b_i^j khởi tạo cho phép các hàm thành viên gối lên nhau.

Step 2: Đưa vào tập dữ liệu huấn luyện vào-ra ($x_1, x_2, \dots, x_n, y^d$).

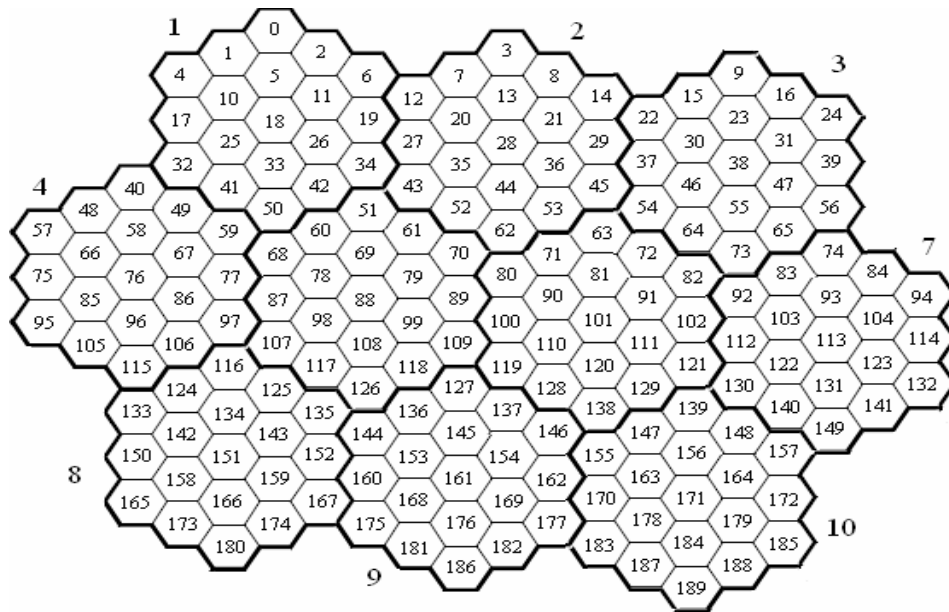
Step 3: Thực hiện lập luận mờ trên dữ liệu vào ($x_1, x_2, \dots, x_n$) với các phương trình 4, 5 và 2. Giá trị hàm thành viên μ_i của mỗi luật suy diễn và đầu ra của suy luận mờ y sẽ được tính toán.

Step 4: Điều chỉnh số thực w_j của phần kết luận được thực hiện bởi phương trình 10.

Step 5: Quá trình suy luận mờ từ bước 3 được thực hiện lặp lại.

Step 6: Điều chỉnh giá trị trung tâm a_i^j và độ rộng b_i^j của các hàm thành viên của phần điều kiện được thực hiện bằng cách thay thế số thực được điều chỉnh w_j thu được trong bước 4; đầu ra y ; giá trị hàm thành viên μ_i và dữ liệu đầu ra mong muốn d bởi các phương trình 8,9.

Step 7: Hàm mục tiêu (hoặc sai số suy diễn) $E(t)$ được tính toán, các bước 3 đến 6 được lặp lại cho đến khi sai số của nó $\Delta E = E(t) - E(t-1)$ nhỏ hơn giá trị ngưỡng yêu cầu.



Hình 7. Mạng tế bào mô phỏng.

2.4. Mô phỏng và đánh giá kết quả

Các đề xuất đã được thử nghiệm trên chương trình mô phỏng được xây dựng bằng MatLab. Chương trình mô phỏng sẽ sản sinh ra kết quả là các tệp bao gồm tải lưu lượng và xác suất khoá cuộc gọi ứng với các phương pháp khác nhau. Kết quả được so sánh với phương pháp CBWL và LBSB. Mạng dùng để mô phỏng có 190 ô, mỗi ô được cấp phát $CH=100$ kênh tần số, bán kính của ô là 2, số ô N của mỗi compact là 19. Cuộc gọi đến mỗi ô theo hàm phân phối Poisson, tải được tính trung bình và

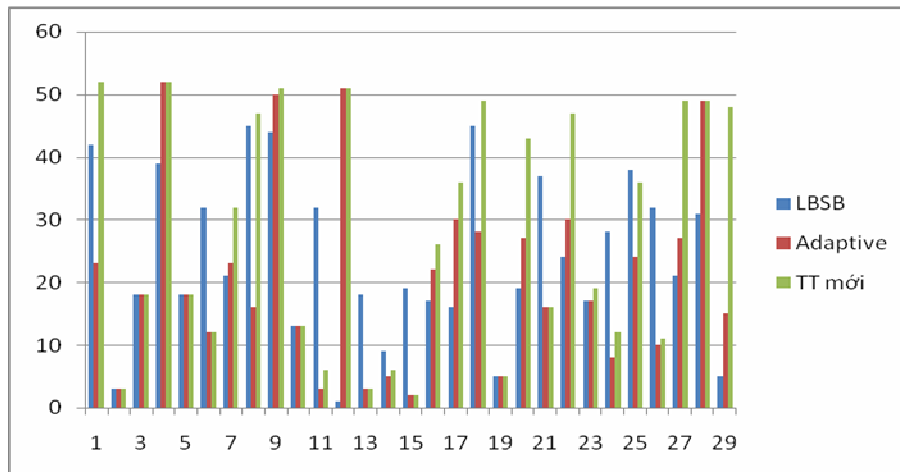
thay đổi từ 100 đến 2500 calls/h. Trạm BTS của mỗi ô sẽ nhận biết những ô nào là ô lân cận, ô nào là cùng nhóm compact với nó hoặc những ô nào là đồng kênh gần nhất.

Kết quả mô phỏng cho thấy khả năng mượn kênh và xác suất khoá cuộc gọi, xác suất dứt cuộc gọi của mạng di động tế bào với thuật toán điều khiển mượn kênh thông minh (TT mới) tốt hơn so với các thuật LBSB và thuật toán thích nghi. Kết quả mô phỏng thu được như bảng 1 và hình 8.

Bảng 1. So sánh số kênh mượn được giữa các thuật toán.

Ô	1	12	18	23	25	32	35	56	59	60	64	66	68	71	74
Số kênh rỗi	8	4	18	8	18	14	6	15	17	14	4	2	4	6	0
LBSB	41	4	18	35	18	35	21	46	44	14	33	2	17	10	19
Adaptive	21	4	18	52	18	13	23	17	50	14	4	51	4	6	2
TT mới	50	4	18	52	18	13	32	48	51	14	6	51	4	10	2

Ô	80	94	106	108	113	118	125	126	130	139	147	169	180	186
Số kênh rỗi	18	17	17	8	19	14	13	17	7	15	9	8	12	5
LBSB	18	17	45	8	19	35	24	17	28	37	34	23	31	6
Adaptive	22	32	28	8	28	14	30	17	9	24	12	29	49	15
TT mới	26	36	49	8	42	14	47	19	12	35	14	47	49	47



Hình 8. Số kênh mượn khi thuật toán được thi hành.

3. Kết luận

Bài báo đã đề xuất phương pháp điều khiển mượn kênh tần số thông minh của mạng di động tế bào, kiểm nghiệm kết quả và so sánh với phương pháp LBSB và phương pháp thích nghi. Bài báo đã thực hiện khảo sát các thuật điều khiển mượn kênh thông thường, các thuật mượn kênh thông minh với bộ điều khiển logic mờ và mạng Nơ ron-mờ. Sau đó chúng tôi đã đề xuất thuật toán điều khiển mượn kênh thông minh trên cơ sở tích hợp bộ điều khiển logic mờ với mạng nơ ron- mờ, thực hiện mô phỏng và đánh giá kết quả mô phỏng. Thuật toán mới đã khắc phục được việc sử dụng ngưỡng cố định trong các thuật toán truyền thống, nhất là hiệu ứng quả bóng bàn. Đồng thời thuật toán mới thể hiện khả năng học, khả năng tối ưu và khả năng hoạt động tốt hơn các phương pháp khác. Hạn chế của thuật toán chúng tôi đó là số lượng tính toán lớn, thiết kế các luật mờ đòi hỏi tri thức chuyên gia và cần tập dữ liệu huấn luyện mạng nơ ron-mờ. Những nhược điểm này dự định sẽ được tiếp tục khắc phục trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

- [1] V. H. Mac Donald, Advanced Mobile Phone Service: The Cellular Concept, *The Bell System Technical Journal* volume 58, number 1 (1979) 15.
- [2] I.Katzela, M.Naghshineh, Channel Assignment Schemes for Cellular Mobile Telecommunication Systems: A Comprehensive Survey, *IEEE Personal Communications Magazine*, vol 3, No 2 (1996) 10.
- [3] Sajal K.Das, Sanjoy K.Sen, Rajeev Jayaram, A Dynamic Load Balancing Strategy for Channel Assignment Using Selective Borrowing in Cellular Mobile Environment, *Wireless Networks* 3 (1997) 333.
- [4] H. Jiang, S.S. Rappaport, CBWL: A new channel assignment and sharing method for cellular communication systems, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, volume 43, number 2 (1994) 313.
- [5] Yongbing Zhang, *A New Adaptive Channel Assignment Algorithm in Cellular Mobile Systems*, Proc 32nd Hawaii International Conference on System Science 1999.
- [6] Hà Mạnh Đào et al., Một số cải tiến đối với phương pháp cấp phát kênh tần số mạng di động tế bào, Các công trình nghiên cứu, phát triển và ứng dụng Công nghệ thông tin và Truyền thông, *Tạp chí Thông tin, Khoa học Công nghệ của Bộ Thông tin và Truyền thông*, Tập V-1, số 1(21) (2009).
- [7] Hà Mạnh Đào et al., Cải tiến các thuật toán mượn và khoá kênh tần số mạng di động tế bào, *Tạp chí khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng*, ISSN 1859-1531, 6(29) (2008).
- [8] Ha Manh Dao et.al, Improved Frequency Chnnel Borrowing and Locking Algorithm in Cellular Mobile Systems, The 11th International Conference on Advanced Communication Technology, *IEEE, Proceedings*, Volume I, 2009.
- [9] Yao-Tien Wang, A fuzzy-based dynamic channel borrowing scheme for wireless cellular networks, *Vehicular Technology Conference*, 2003. VTC 2003-Spring. The 57th *IEEE Semiannual*, Volume: 3 (2003) 1517.
- [10] C.Y. Ngo, V.O.K. Li, Fixed Channel Assignment in Cellular Radio Networks using A Modified Genetic Algorithm, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 47, no. 1 (1998) 163.
- [11] 1801 K.A. Smith, Genetic Algorithm for The Channel Assignment Problem, in *Global Telecommunications Conference*, GLOBE COM 1998, vol. 4 (1998) 2013.
- [12] Yao-Tien Wang, Kuo-Ming Hung, A Genetic-Fuzzy Controller for Load Balancing in Wireless Cellular, *Information and Management Sciences* Volume 18, Number 4, (2007) 467.
- [13] Krzysztof Gajc, Franciszek, Seredynski, *Solving Channel Borrowing Problem with Coevolutionary Genetic Algorithms*, R. Wyrzykowski et al. (Eds.): PPAM 2007, LNCS 4967 (2008) 489, @Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.

The method for intelligent frequency channel borrowing in cellular mobile network based the FLC-NN intergrated system

Ha Manh Dao¹, Nguyen Xuan Quynh², Do Huu Tri³

¹*Institute of Information Technology (IOIT)-VAST, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

²*Vietnam Research Institute of Electronics, Informatics and Automation (VIELINA)
156A, Quan Thanh, Ba Dinh, Hanoi, Vietnam*

³*Ministry of Information and Communications (MIC), 18 Nguyen Du, Hanoi, Vietnam*

In a cellular network, the channel borrowing/locking problem is NP-hard. In cellular network, the call-arrival rate, the call duration and the communication overhead between the base stations and the control center are vague and uncertain. Therefore, many heuristic methods are proposed for its solution but the result is limit, especially in the Next Generation Mobile Networks. In this paper, we propose a new efficient dynamic-channel borrowing for load balancing in distributed cellular networks based the integrated system for FL-NN technologies is presented to maximize the number of served calls in distributed wireless cellular networks. The proposed scheme exhibits better learning abilities, optimization abilities, robustness, and fault-tolerant capability thus yielding a better performance than other algorithms. The results demonstrate that our algorithm has lower new call blocking rate, lower hand-off dropping rate and shorter channel acquisition delay.