

## 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<sup>(1)</sup>, Nguyễn Xuân Quỳnh<sup>(2)</sup>, Đỗ Hữu Trí<sup>(3)</sup>

(1) Viện Công nghệ thông tin, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

(2) Viện Nghiên cứu Điện tử, tin học, Tự động hoá, (3) Bộ Thông tin và Truyền thông

**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 bất định. Cho nên mặc dù có nhiều thuật toán 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/ khoá kênh tần số mới sử dụng một bộ điều khiển thông minh trên cơ sở tích hợp logic mờ và 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, khả năng dung sai số và khả năng hoạt động tốt hơn các phương pháp truyền thống.

**Từ khóa:** mạng di động tế bào, hệ mờ nơ-ron, kênh tần số thông minh

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong mạng di động tế bào, 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 đã đề xuất phương pháp cân bằng tải với mượn chọn lọc (LBSB) [2]. Theo phương pháp đó việc mượn kênh được thực hiện trước khi số kênh rỗi trong ô cận kề, và việc mượn kênh không chỉ từ các ô lân cận mà bao gồm tất cả các ô cùng nhóm compact với nó. Các tác giả H.M.D at.al [11,12,13], 2009, đề xuất cải tiến thuật toán mượn kênh thích nghi kết hợp với cải tiến phương pháp khoá kênh đã cho phép nâng cao khả năng mượn

kênh của các tế bào hơn các phương pháp khác như LBSB và phương pháp thích nghi. Từ đó xác suất khoá kênh và xác suất rớt cuộc gọi giảm hơn so với các thuật toán được đề xuất bởi ZHANG, Sajal K. Das[2]. Từ phân tích trên chúng ta thấy: Đa số các phương pháp thông thường sử dụng chỉ số tải với các giá trị ngưỡng cố định để xác định trạng thái tải của tế bào, do đó có thể gây ra hiệu ứng quả bóng bàn do tải dao động xung quanh ngưỡng. Điều này gây cho hệ thống mất ổn định và truyền các thông điệp không cần thiết ở 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, dẫn đến cơ chế dự báo thông minh là cần thiết và phù hợp nhất. Phương pháp này được xây dựng trên cơ sở kết hợp hệ thống tính toán

thông minh với các phương pháp cấp phát kênh thông thường. Các tác giả Smit[9], 1998; Ngo và Li[8], 1998; Jiang et.al.[7] xem xét mạng tế bào với số tần số cho cố định và sử dụng GA để cực tiểu hàm giá để tìm một sự gán kênh mà cực tiểu các cuộc gọi bị khoá trong mạng và nhiễu gây bởi các cuộc gọi. Yao-Tien Wang, Kuo-Ming Hung[9], 2003, đã sử dụng thuật toán GA kết hợp với thuật toán mờ để thực hiện ra quyết định trạng thái của mỗi tế bào, tối ưu việc thực hiện mượn kênh động và cực đại số cuộc gọi. Trong bài báo này, chúng tôi sẽ thực hiện một phương pháp điều khiển mượn kênh tần số 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, mà chủ yếu là được xác định bởi các tham số xác suất khoá cuộc gọi và xác suất rớt cuộc gọi. 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.

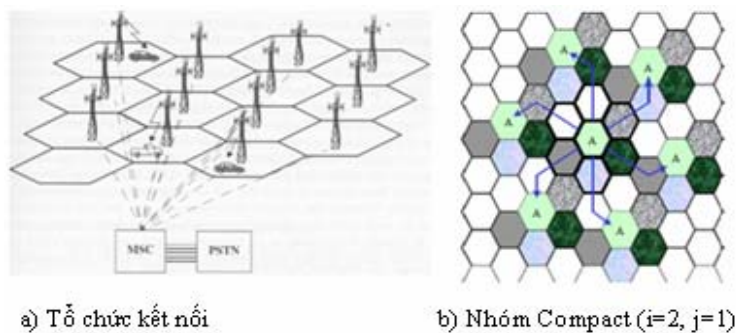
Nội dung tiếp theo của bài báo được bố cục như sau: Phần hai sẽ trình bày tóm tắt những

khái niệm cơ bản nhất liên quan đến phân hoạch ô trong mạng tế bào, đề xuất thuật toán mượn kênh thông minh trên cơ sở tích hợp mạng nơ ron-mờ, đánh giá kết quả mô phỏng. Phần bốn trình bày 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

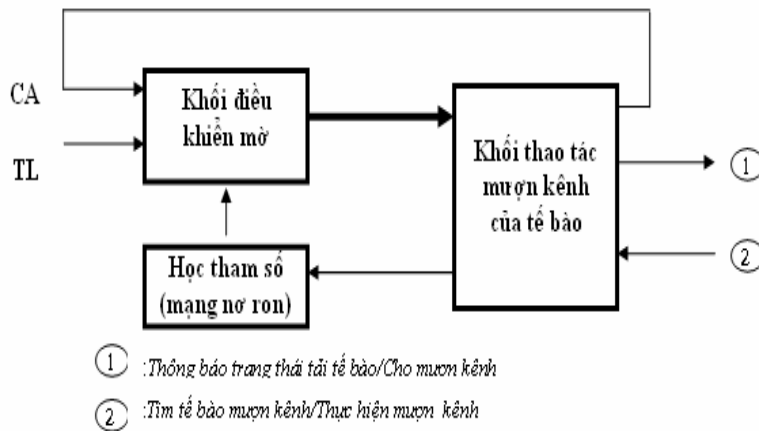
Mô hình hệ thống mạng di động tế bào được giả thiết như sau: Hệ thống bao gồm một số tế bào hình lục giác, mỗi tế bào được phục vụ bởi một trạm cơ sở (BS). Trạm cơ sở và trạm di động truyền thông với nhau qua kênh liên kết vô tuyến[2]. Tập hợp các ô được liên kết với nhau thông qua một trung tâm chuyển mạch (MSC). MSC hoạt động như một công cụ của mạng tế bào kết nối tới các mạng viễn thông khác như PSTN, ISDN hoặc mạng máy tính LAN/WAN. 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).



Hình 1: Mạng di động tế bào

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  $N=i^2 + ij + j^2$ , với  $i$  và  $j$  gọi là tham số shift[4,7]. Cho một tế bào  $c$ , các tế bào lân cận nhiễu của  $c$  được định nghĩa bởi  $IN(c)=\{c' \mid \text{dist}(c,c') < D_{\min}\}$ , 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  $i>1$ .

Thực hiện phân hoạch tập tế bào của mạng thành một số tập con phân biệt  $G_0, G_1, \dots, G_{k-1}$  sao cho với bất cứ 2 tế bào trong cùng một tập con là về một phía đối với tập con khác bởi một khoảng cách tối thiểu  $D_{\min}$ . Phân hoạch tập kênh cấp cho mạng vào  $K$  tập con phân biệt  $P_0, P_1, \dots, P_{k-1}$ . Các kênh trong  $P_i (i=1, 2, \dots, k-1)$  gọi là các kênh cơ sở (nominal) đối với các tế bào trong  $G_i$  và được sắp xếp theo trật tự. Một kênh  $i$  chọn sử dụng hoặc được phép sử dụng hay không phụ thuộc nó có được gán cho MS hay không. Một kênh cho phép của  $c$  bị nhiễu nếu nó được sử dụng bởi các tế bào trong  $IN(c)$ .



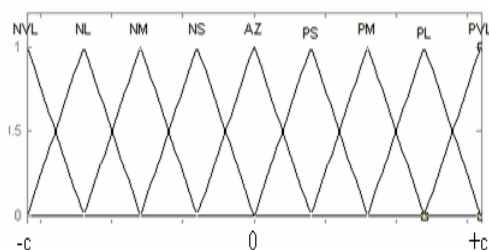
Hình 2. Mô hình bộ điều khiển mượn kênh thông minh

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

Trong thuật toán này, chúng tôi sử dụng bộ điều khiển dựa trên cơ sở tích hợp bộ điều khiển logic mờ và mạng nơ ron mờ để dự báo trạng thái tải của một tế bào và tối ưu hoá các tham số hàm liên thuộc mờ để tối ưu tập luật điều khiển mờ trên cơ sở tải lưu lượng hiện

thời (TL) và số kênh cho phép của tế bào (CA). Mô hình hệ thống điều khiển mượn kênh được thể hiện như hình 2. Nó bao gồm các khối: Khối điều khiển mờ cho phép đưa ra quyết định trạng thái tải của tế bào dựa trên số kênh cho phép và tải lưu lượng. Khối thao tác mượn kênh của tế bào thực hiện ra quyết định trạng thái của tế bào, thực hiện cập nhật thông tin trạng thái của các tế bào lân cận, thực hiện tìm

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. Khối mạng nơ ron- mờ cho phép học tham số để tối ưu hàm liên thuộc mờ, trên cơ sở đó tối ưu tập luật mờ của bộ điều khiển.



Hình 3. Hàm thuộc của đầu ra mờ

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 Low(LL), Moderate(ML), High(HL). 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

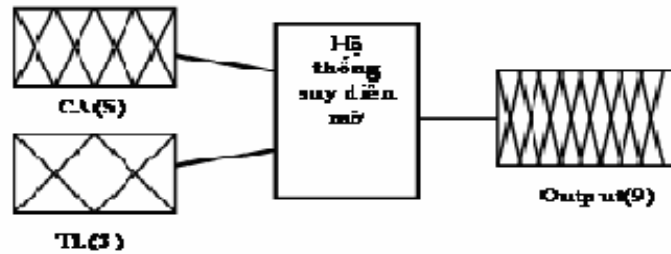
ràng. Giá trị đầu ra trong trường hợp này chính là số kênh cho phép và được tính theo công thức sau:

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

Từ đó số kênh cho phép mượn là  $y=y^*$ -IN(c) với  $\mu_j$  là mức độ phần trước của luật thứ j và  $w_j$  là phần theo sau của luật thứ j. Nếu khoảng kênh mà tế bào cho phép mượn là  $[-c,0]$  và khoảng 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 giải mờ  $[-c, c]$ . Hình dạng của hàm liên thuộc mờ có thể là dạng tam giác, dạng hàm Gauss hoặc một dạng cụ thể khác. Với hàm liên thuộc hình tam giác, quan hệ giữa đầu ra mờ và khoảng giá trị giải mờ  $[-c,c]$  thể hiện như hình 3.

Trong bộ điều khiển mờ, khối suy diễn mờ và cơ sở dữ liệu mờ là hạt nhân cơ bản của bộ điều khiển mờ. Đối với hệ thống MISO, các luật điều khiển trong trường hợp 2 đầu vào và một đầu ra của hệ thống mờ có dạng:

|                     |   |                                                                         |
|---------------------|---|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Input</b>        | : | x is A' AND y is B'                                                     |
| R <sup>1</sup>      | : | IF x is A <sub>1</sub> AND y is B <sub>1</sub> THEN z is C <sub>1</sub> |
| ALSO R <sup>2</sup> | : | IF x is A <sub>2</sub> AND y is B <sub>2</sub> THEN z is C <sub>2</sub> |
| ....                | : | ....                                                                    |
| ALSO R <sup>n</sup> | : | IF x is A <sub>n</sub> AND y is B <sub>n</sub> THEN z is C <sub>n</sub> |
| <b>Conclusion</b>   | : | 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. Hệ thống suy diễn mờ của bộ điều khiển logic mờ với tín hiệu đầu vào là số kênh cho phép CA và tải lưu lượng TL, tín hiệu đầu ra là trạng thái của tế bào được thể hiện như hình 4 với tập luật mờ gồm  $5 \times 3 = 15$  luật (bảng hình 4).

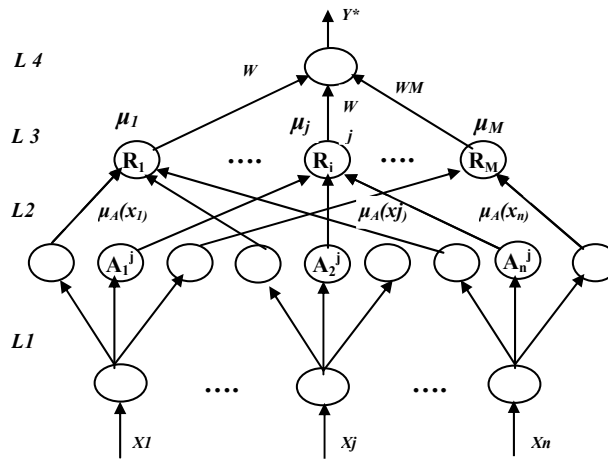
Khối thao tác mượn kênh tế bào: Khối này thực hiện các chức năng sau: i) Ra quyết định trạng thái tế bào; ii) Thực hiện chức năng cập nhật thông tin về trạng thái tải của các tế bào lân cận. Nó sử dụng một mảng để lưu giữ trạng

thái của các tế bào lân cận có kích cỡ  $C \times F$ , với  $C$  là số tế bào lân cận mà 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 liên thuộc mờ sử dụng thuật truyền ngược với tập dữ liệu huấn luyện vào/ra. Từ đó tối ưu hóa

được tập mờ điều khiển. Mạng nơ ron này gồm 4 lớp(hình 5): lớp thứ nhất cho phép truyền tín hiệu vào là véc tơ  $x=(x_1, x_2, \dots, x_N)^T$ , lớp thứ 2 là lớp giá trị biến ngôn ngữ, lớp thứ 3 biểu diễn luật mờ, nút thứ  $j$  biểu diễn luật  $R_j$  với mạng đầu vào là là phần điều kiện và đầu ra là phần kết luận kiểu singleton. Trọng liên kết giữa lớp 1 và 2 là đơn vị, trọng liên kết giữa lớp 2 và 3 là giá trị hàm liên thuộc của các tập mờ. Và

cuối cùng là lớp ra gồm có một tín hiệu đầu ra  $y^*$ . Mạng này sẽ được huấn luyện bằng thuật truyền ngược(BP) với tập mẫu gồm  $P$  cặp mẫu  $\{X^k, d^k\}$ , với  $X^k$  là véc tơ mẫu đầu vào thứ  $k$ ,  $d^k$  là tín hiệu đầu ra mong muốn của mẫu thứ  $k$ ,  $k=1,2,\dots,P$ . Quá trình điều chỉnh để thu được tập tham số mờ tối ưu sẽ được trình bày trong phần 2.3.



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

### 2.3. Tối ưu tham số hàm liên thuộc mờ

Giả sử hàm liên thuộc tam giác sử dụng trong bộ điều khiển mượn kênh có dạng như hình 6 và được mô tả như sau:

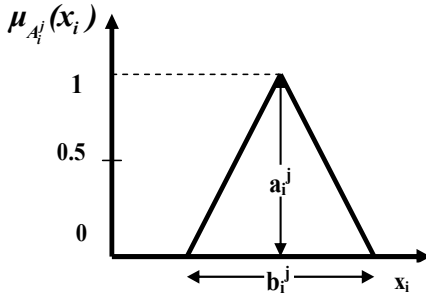
$$\mu_{A^j}(x_i) = 1 - \frac{2|x_i - a_i^j|}{b_i^j}, i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,M \quad (2)$$

Mục tiêu huấn luyện mạng nơ ron- mờ là tìm tham số hàm liên thuộc mờ tối ưu: giá trị

tâm  $a_i^j$  và giá trị độ rộng  $b_i^j$ . Mạng nơ ron - mờ 4 lớp (như đã mô tả ở trên) và thực hiện huấn luyện mạng với tập mẫu  $\{X^k, d^k\}$ , với  $k=1,2,\dots,P$ , tín hiệu đầu vào là  $X^k=[CA^k, TL^k]$ ,  $d^k$  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:

$$R^j : IF x_1 is A_1^j AND x_2 is A_2^j AND \dots AND x_n is A_n^j, THEN y is w_j$$



Hình 6. Hàm thành viên mờ hình tam giác

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:

$$E = \frac{1}{2} \left[ \frac{\sum_{j=1}^M \mu_j(x) w_j}{\sum_{j=1}^M \mu_j(x)} - d \right]^2 = \frac{1}{2} \left[ \frac{\sum_{j=1}^M (\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^j}(x_i)) w_j}{\sum_{j=1}^M (\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^j}(x_i))} - d \right]^2 \quad (6)$$

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

$$a_i^j(t+1) = a_i^j(t) - \eta_a \left\{ \frac{\mu_j(x)}{\sum_{j=1}^M \mu_j(x)} (y-d)(w_j - y) \operatorname{sgn}(x_i - a_i^j) \frac{2}{b_i^j \mu_{A_i^j}(x_i)} \right\} \quad (7)$$

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

$$w_j(t+1) = w_j(t) - \eta_w \left\{ \frac{\mu_j(x)}{\sum_{j=1}^M \mu_j(x)} (y-d) \right\} \quad (9)$$

$$y^* = \frac{\sum_{j=1}^M \mu_j w_j}{\sum_{j=1}^M \mu_j} \quad (3)$$

Với:

$$\mu_j = \mu_{A_1^j}(x_1) \mu_{A_2^j}(x_2) \dots \mu_{A_n^j}(x_n) \quad (4)$$

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 BP. Từ mạng nơ ron sử dụng và các điều kiện giả thiết ở trên, hàm mục tiêu được xác định có dạng:

$$E = \frac{1}{2} (y - d)^2 \quad (5)$$

Thay phương trình (3), (4) vào (5), ta được phương trình:

thể được xác định như sau luật điều chỉnh tham số hàm thuộc sau:

Phương trình từ (7) đến (9) là các luật cập nhật để điều chỉnh các tham số hàm thành liên thuộc mờ, từ đó tối ưu được tập luật mờ. 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 ( $X^k, d^k$ ),  $k=1,2,...,p$

**Step 3:** Thực hiện lập luận mờ trên dữ liệu vào  $X^k$ ,  $k=1,2,...,p$  với các phương trình (2), (3), (4). Giá trị hàm thành viên  $\mu_i$  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 (9).

**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  $\mu_i$  và dữ liệu

đầu ra mong muốn  $d$  bởi các phương trình (7),(8).

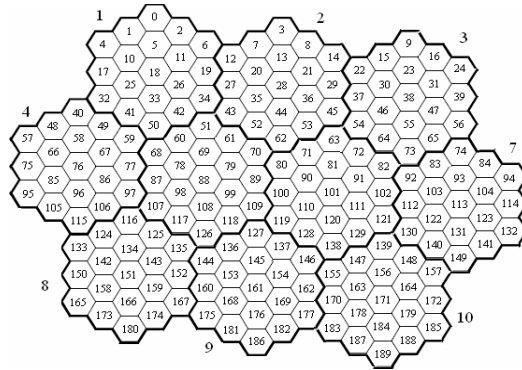
**Step 7:** Hàm mục tiêu (hoặc sai số suy diễn)  $E(t)$  được tính toán, các bước 3 đến 6 được lặp lại cho đến khi sai số của nó  $\Delta E=E(t)-E(t-1)$  nhỏ hơn giá trị ngưỡng yêu cầu thì dừng thuật toán.

**Step 8:** Thu kết quả  $a$ ,  $b$ ,  $w$  ở bước cuối cùng và sử dụng cho bộ điều khiển logic mờ.

Thuật toán này sẽ được sử dụng để thực hiện mô phỏng(phần 3). Kết quả cho thấy thuật toán cho phép tối ưu tập luật của bộ điều khiển mượn kênh tần số mạng di động tế bào đã đề xuất ở phần trên.

### 3. 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 mượn kênh Adaptive và LBSB. Mạng dùng để mô phỏng có 190 ô(hình 7), mỗi ô được cấp phát CH=100 kênh tần số, bán kính của ô là 1, 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.

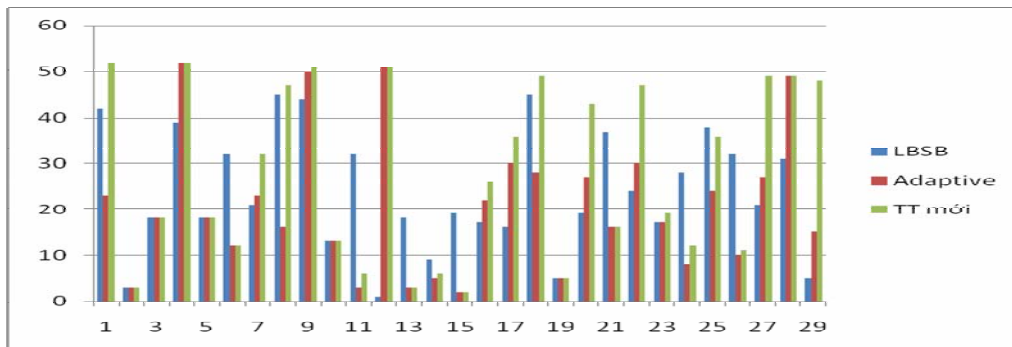


Hình 7

Kết quả mô phỏng Kết quả mô phỏng thu được như bảng 1 và hình 8.

Trong bảng 1 cho thấy khi số kênh rời được phát sinh trong các ô tế bào thì khả năng mượn kênh của các thuật toán LBSB, Adaptive là đa số là thấp hơn so với thuật toán mới. Ví dụ ô 35: khả năng mượn kênh với LBSB là 21,

Adaptive là 23 thì thuật toán mới là 32. Một số trường hợp kết quả còn hạn chế như ô 12, 64.. do trong thuật toán mới trong một số trường hợp một số ô tế bào trong compact ở trạng thái tải không cho mượn và cũng không thực hiện mượn được các kênh trong các tế bào lân cận.



Hình 8. Số kênh mượn sau mỗi lần chạy

Bảng 1. Khả năng mượn kênh với các thuật toán khác nhau

| Ô           | 0  | 11 | 18 | 24 | 25 | 32 | 35 | 55 | 59 | 60 | 64 | 66 | 68 | 71 | 74 |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Số kênh rời | 9  | 3  | 18 | 7  | 18 | 12 | 6  | 14 | 17 | 13 | 3  | 1  | 3  | 5  | 0  |
| LBSB        | 42 | 3  | 18 | 39 | 18 | 32 | 21 | 45 | 44 | 13 | 32 | 1  | 18 | 9  | 19 |
| Adaptive    | 23 | 3  | 18 | 52 | 18 | 12 | 23 | 16 | 50 | 13 | 3  | 51 | 3  | 5  | 2  |
| TT mới      | 52 | 3  | 18 | 52 | 18 | 12 | 32 | 47 | 51 | 13 | 6  | 51 | 3  | 6  | 2  |

|             |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| O           | 80 | 91 | 106 | 108 | 111 | 118 | 125 | 126 | 129 | 139 | 147 | 169 | 180 | 186 |
| Số kênh rỗi | 17 | 16 | 17  | 5   | 19  | 16  | 13  | 17  | 2   | 15  | 7   | 8   | 12  | 5   |
| LBSB        | 17 | 16 | 45  | 5   | 19  | 37  | 24  | 17  | 28  | 38  | 32  | 21  | 31  | 5   |
| Adaptive    | 22 | 30 | 28  | 5   | 27  | 16  | 30  | 17  | 8   | 24  | 10  | 27  | 49  | 15  |
| TT mới      | 26 | 36 | 49  | 5   | 43  | 16  | 47  | 19  | 12  | 36  | 11  | 49  | 49  | 48  |

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã đề xuất phương pháp điều khiển mượn kênh tần số thông minh cho mạng di động tế bào dựa trên tích hợp logic mờ và mạng nơ ron. Sau đó kiểm nghiệm kết quả và so sánh với phương pháp LBSB và phương pháp thích nghi do khả năng tối ưu số kênh cho phép mượn tốt hơn nhờ tránh được ngưỡng phân trạng thái tải cố định. Ngoài ra phương pháp mới còn có khả năng cho phép mượn đồng thời nhiều kênh từ các tế bào lân cận xung quanh. Bài báo đã đề xuất thuật toán điều khiển mượn kênh mới với việc đề xuất phương

pháp tìm tập tham số hàm liên thuộc mờ, thực hiện tối ưu tập luật mờ bằng mạng nơ ron và mô phỏng, đánh giá kết quả. Thuật toán 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 cũng thể hiện khả năng học, khả năng tối ưu và khả năng hoạt động tốt hơn các phương pháp khác. Tuy nhiên thuật toán còn một số hạn chế 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 chúng tôi khắc phục trong tương lai.

### THE METHOD FOR INTELLIGENT FREQUENCY CHANNEL BORROWING IN CELLULAR MOBILE NETWORK BASED THE FLC-NN INTEGRATED SYSTEM

Ha Manh Dao<sup>(1)</sup>, Nguyen Xuan Quynh<sup>(2)</sup>

(1) Institute Of Information Technology (IOIT)

(2) Vietnam Research of Electronics, Informatics and Automation (VIELINA)

(3) Ministry of Information and Communications

**ABSTRACT:** *In a cellular network, the channel borrowing/locking problem is of NP-hard type. Many heuristic methods are proposed for its solution. In this 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, in this paper, we propose a new efficient dynamic-channel borrowing for load balancing in distributed cellular networks based on the intelligent controllers based the integrated system for GA- 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, less update overhead, and shorter channel acquisition delay.*

**Keywords:** GA- FL-NN technologies, wireless cellular networks

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Thai Quang Vinh, Ha Manh Dao, Ho Si Bang, *Decentralized stabilization of complex systems by combination of conventional and fuzzy controls*, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based System. Vol 7, No. 4(1999) 423-427, (1999).
- [2]. Katzela and M.Naghshineh, *Channel Assignment Schemes for Cellular Mobile Telecommunication Systems: A Comprehensive Survey*, IEEE Personal Communications Magazine, vol 3, No 2, pages 10-31, (1996).
- [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, volume 3, page 333-347, (1997).
- [4]. V. H. MacDonald, (1999), *Advanced Mobile Phone Service: The Cellular Concept*, The Bell System Technical Journal, volume 58, number 1 (1979), pages 15-41.
- [5]. Yongbing ZHANG, *A New Adaptive Channel Assignment Algorithm in Cellular Mobile Systems*, Proc 32 nd Hawaii International Conference on System Science 1999, (1999).
- [6]. 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, On page(s): 1517- 1521 vol.3, (2003).
- [7]. H. Jiang and S.S. Rappaport, , *CBWL: A new channel assignment and sharing method for cellular communication systems*, IEEE Transactions on Vehicular Technology, volume 43, number 2, pages 313-322, (1994).
- [8]. C.Y. Ngo and 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, pp. 163-72, (1998).
- [9]. K.A. Smith, *Genetic Algorithm for The Channel Assignment Problem*, in Global Telecommunications Conference, GLOBECOM 1998, vol. 4. pp. 2013-2018, (1998).

- [10]. 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).
- [11]. Ha Manh Dao et. al, *Improved Frequency Chnnel Borrowing and Locking Algorithm in Cellular Mobile Systems*, The 11<sup>th</sup> International Conference on Advanced Communication Technology, IEEE, Proceedings, Volume I, (2009).