

## MÔ HÌNH CẤP PHÁT KÊNH DỰA TRÊN CƠ CHẾ FGC KẾT HỢP BỘ ĐỆM TRONG MẠNG DI ĐỘNG TẾ BÀO

Nguyễn Quang Hưng

Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

Email: nqhung@husc.edu.vn

*Ngày nhận bài: 13/6/2022; ngày hoàn thành phản biện: 15/6/2022; ngày duyệt đăng: 22/6/2022*

### TÓM TẮT

Các nghiên cứu cho thấy yêu cầu về chất lượng dịch vụ (QoS) đối với mạng di động và không dây để hỗ trợ các ứng dụng đa phương tiện đang gia tăng mạnh mẽ trong người tiêu dùng. Những yêu cầu này thường dẫn đến nghẽn mạng và rớt cuộc gọi. Các yêu cầu mong muốn thỏa mãn của người dùng có thể khác với các ứng dụng dựa trên mạng khác nhau. Việc phân loại các ứng dụng được thực hiện dựa trên các thuộc tính công nghệ khác nhau và nhận thức của con người nhằm thiết lập các mức QoS có thể chấp nhận được. Để duy trì QoS được cung cấp và hỗ trợ tính di động của người dùng, cơ chế chuyển giao (handoff) là yếu tố chính của mạng di động không dây. Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi xem xét tìm hiểu mô hình phân tích trong đó BSS xử lý các cuộc gọi chuyển giao với chất lượng tín hiệu kém, cho phép tính đến các kịch bản thực tế hơn về chất lượng tín hiệu. Mô hình khi đó tương ứng mô hình kênh bảo vệ phân đoạn kết hợp với bộ đệm được phân tích bằng cách sử dụng mô hình Markov thời gian liên tục (CTMC). Một số kết quả số được chỉ ra cũng như mô tả qua đồ thị theo các tham số vào quan trọng như tốc độ đến, tốc độ phục vụ đã cho thấy tính đúng của mô hình phân tích.

**Từ khóa:** Mạng di động tế bào, Cơ chế kênh bảo vệ phân đoạn (FGC).

### 1. GIỚI THIỆU

Quá trình chuyển cuộc gọi đang thực hiện từ trạm gốc này sang trạm gốc khác do tính di động của người dùng qua vùng phủ sóng của trạm gốc (BS), được gọi là chuyển giao, phải thông suốt đến thiết bị đầu cuối di động (MT). Nếu yêu cầu chuyển giao được yêu cầu và không có kênh nào khả dụng trong ô đích, thì cuộc gọi hiện tại sẽ bị rơi do không thực hiện được chuyển giao. Tuy nhiên, theo quan điểm của người dùng, việc đánh rơi cuộc gọi đang hoạt động (đang chuyển giao) rõ ràng là không được phù hợp hơn là việc đánh rơi một cuộc gọi mới đến yêu cầu kênh. Các chiến lược ưu tiên cuộc gọi chuyển giao có hiệu quả làm giảm xác suất tắc nghẽn cuộc gọi chuyển

giao với chi phí tăng xác suất tắc nghẽn cuộc gọi mới, do đó làm giảm tổng lưu lượng truy cập được chấp nhận. Trong các chiến lược này, một số kênh được dành riêng ưu tiên cho việc cấp phát đối với các cuộc gọi chuyển giao, được gọi là các kênh bảo vệ (GC) [2]. Một số cơ chế điều khiển chấp nhận cuộc gọi dựa trên mức độ ưu tiên cho cuộc gọi chuyển giao (CAC) khác nhau cũng đã được đề xuất trong [1-6].

Các cơ chế kênh bảo vệ phân đoạn (FGC) cho phép các cuộc gọi mới truy cập vào các kênh bảo vệ với một giá trị xác suất chấp nhận. Với các cơ chế FGC, có 2 cơ chế đã đề xuất: cơ chế kênh bảo vệ phân đoạn giới hạn (LFGC) [8] và cơ chế kênh bảo vệ phân đoạn đồng nhất (UFGC) [8]. Trong cơ chế UFGC, xác suất chấp nhận cuộc gọi là một giá trị không đổi bất kể số lượng kênh đã được chiếm giữ, trong khi theo lược đồ LFGC, xác suất chấp nhận cuộc gọi mới phụ thuộc vào số lượng kênh dành riêng để kiểm soát QoS một cách hiệu quả. Hơn nữa, quan sát thấy rằng dưới bất kỳ tính di động nào, LFGC đạt được mức tăng dung lượng hệ thống cao nhất so với thời gian dừng trung bình [2]. Sự điều chỉnh của lược đồ kênh bảo vệ phân đoạn hai cấp (TLFGC) đã chứng minh hiệu quả của xác suất tắc nghẽn với cuộc gọi chuyển giao khi tải lưu lượng lớn [2]. Ngoài ra, một cơ chế kênh bảo vệ phân đoạn thích ứng (AFGC) được đề xuất trong [3] để giảm tỷ lệ tắc nghẽn chuyển giao trong khi vẫn giữ tỷ lệ tắc nghẽn cuộc gọi mới ở mức tối thiểu.

Khi thiết bị di động di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của một trạm gốc cụ thể, cường độ tín hiệu nhận được trở nên yếu và ô tế bào hiện tại yêu cầu xử lý chuyển giao [2]. Do đó, để thực hiện thành công quá trình chuyển giao, các nhà thiết kế hệ thống chỉ định một mức tín hiệu tối ưu, tại đó quá trình xử lý chuyển giao được bắt đầu. Đối với cơ chế quyết định chuyển giao, một số phép đo như cường độ tín hiệu tương đối (RSS), RSS với ngưỡng, RSS với độ trễ và ngưỡng được xem xét. Một số loại và các giai đoạn của quy trình chuyển giao trong hệ thống di động được mô tả trong [7]. Gần đây, cơ chế điều khiển chấp nhận cuộc gọi được phát triển để điều chỉnh các ngưỡng trong quá trình báo hiệu yêu cầu chuyển giao [8].

Trong quá trình di động của thiết bị đầu cuối di động (MT), có thể hệ thống trạm gốc (BSS) đang cung cấp dịch vụ có thể không còn khả năng cung cấp tín hiệu chất lượng mong muốn cho dịch vụ so với các BSS lân cận khác [9]. Do đó, BSS có thể quyết định chuyển cuộc gọi đến BSS lân cận với tín hiệu chất lượng tốt, thay vì loại bỏ cuộc gọi. Trong lược đồ chuyển giao có hỗ trợ di động (mobile-assisted handoff - MAHO), quyết định liên quan đến chuyển giao được đưa ra dựa trên chỉ báo cường độ tín hiệu nhận được (RSSI) và tỷ lệ lỗi bit (BER) được truyền lại từ các BSS lân cận. Lược đồ MAHO và GC kết hợp được trình bày trong [10] đảm bảo rằng cuộc gọi chuyển giao đáp ứng tiêu chuẩn chất lượng tín hiệu chấp nhận được và tính khả dụng của các kênh trong BSS lân cận. Không phải lúc nào cũng có thể có chất lượng tín hiệu thích hợp khi một cuộc gọi đang diễn ra được chuyển giao trong hệ thống di động.

Khi MT đến gần trạm gốc, yêu cầu chuyển giao chất lượng tín hiệu yếu được cải thiện [11]. Lược đồ chuyển giao điều khiển bằng thiết bị di động (MCHO) cung cấp cơ hội cho MT lựa chọn BS có tín hiệu chất lượng tốt trong số các BS lân cận trong vùng lân cận. Kiểu chuyển giao này có thời gian phản ứng ngắn và dễ thực hiện. Goswami và Swain [12] cho rằng các cuộc gọi được chấp nhận với tín hiệu chất lượng tốt được phục vụ thành công, trong khi các cuộc gọi có chất lượng tín hiệu kém sẽ bị loại bỏ hoặc giao cho một số BS khác phục vụ tốt hơn.

Trong phạm vi của bài báo, chúng tôi tìm hiểu mô hình phân tích trong đó BSS xử lý các cuộc gọi chuyển giao với chất lượng tín hiệu kém, cho phép tính đến các kịch bản thực tế hơn về chất lượng tín hiệu [2]. Cụ thể, mô hình trong bài báo này tương ứng mô hình kênh bảo vệ phân đoạn kết hợp với bộ đệm được phân tích bằng cách sử dụng mô hình Markov thời gian liên tục (CTMC). Trong mỗi ô, một số kênh cố định được đặt làm kênh bảo vệ để phục vụ các cuộc gọi chuyển giao và theo chính sách kênh bảo vệ phân đoạn, các kênh này cũng chấp nhận một cuộc gọi mới với một giá trị xác suất dựa trên mức độ chiếm dụng kênh. Ngoài ra, trong mô hình cũng xem xét việc cung cấp một bộ đệm có kích thước hữu hạn để đáp ứng các cuộc gọi chuyển giao chất lượng tín hiệu tốt với một giá trị xác suất khi tất cả các kênh đều đã được sử dụng. Các lời giải của mô hình phân tích trong bài báo cũng được xem xét, phân tích, minh họa và đánh giá để tính toán xác suất ổn định của tất cả các trạng thái trong hệ thống...

Nội dung tiếp theo của bài báo theo đó có cấu trúc như sau: Phần II sẽ là giới thiệu mô hình phân tích. Kết quả đánh giá mô hình được thực hiện theo một số thông số độ đo, bao gồm cả việc tính toán các xác suất trạng thái ổn định của mô hình được trình bày trong phần III. Cuối cùng là phần Kết luận và hướng phát triển.

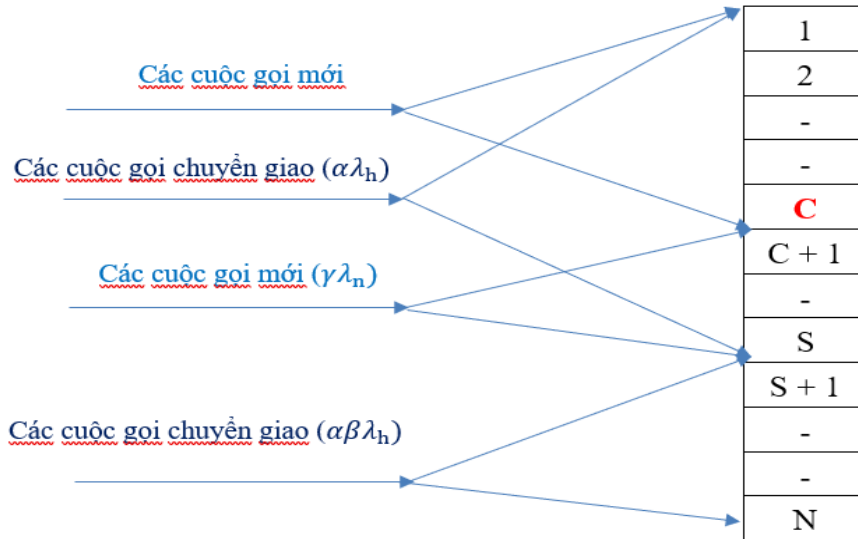
## **2. MÔ HÌNH CẤP PHÁT KÊNH DỰA TRÊN CƠ CHẾ FGC KẾT HỢP BỘ ĐỆM TRONG MẠNG DI ĐỘNG TẾ BÀO**

Do thực tế là một số kênh cố định được đặt trước đối với các cuộc gọi chuyển giao (handoff) trong lược đồ GC thông thường, xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi chuyển giao và các cuộc gọi mới khác nhau phần lớn do sự thay đổi về số lượng kênh dự trữ. Chính sách FGC cho phép bảo lưu hiệu quả một số kênh (được xem) như là các kênh bảo vệ cho các cuộc gọi chuyển giao, trong khi cuộc gọi mới được chấp nhận với một xác suất nào đó phụ thuộc vào số lượng kênh bận [1]. Bằng cách này, xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới sẽ được giảm xuống một giá trị nhất định.

### **2.1 Một số giả thiết**

Một vài giả thiết của mô hình phân tích [2]:

– Mô hình xem xét phân tích với một ô cụ thể có số người dùng không hạn chế từ một mạng di động tế bào đồng nhất (tức là các ô trong mạng có cùng dung lượng, hiệu suất và đặc điểm, điều này cho phép chỉ cần phân tích với một ô nhất định để đánh giá hiệu suất và kết quả của ô tham chiếu này có thể áp dụng cho tất cả các ô khác). Mô hình hệ thống cho ô đơn lẻ vì vậy có thể được mô tả trong Hình 1.



Hình 1. Mô hình phân tích ứng với một ô trong mạng di động tế bào

– Tổng số kênh  $S$  được phân bổ cho mỗi ô để phục vụ các cuộc gọi đến và một bộ đệm hữu hạn với kích thước  $N$  để đáp ứng cho các cuộc gọi chuyển giao với chất lượng tín hiệu tốt (good-quality).

– Các cuộc gọi chuyển giao (handoff call) đến sẽ được cấp phát một kênh nếu có kênh khả dụng, hoặc trong trường hợp tất cả các kênh đều bận và có khoảng trống trong bộ đệm, các cuộc gọi chuyển giao được phép chờ trong bộ đệm. Vì vậy, các cuộc gọi chuyển giao chỉ bị rơi (tắc nghẽn) khi tất cả các kênh  $S$  bận và tất cả  $N$  không gian đệm bị chiếm dụng.

– Cuộc gọi mới (new call) được chấp nhận nếu số kênh bận nhỏ hơn hoặc bằng  $C$  ( $C < S$ ). Mô hình phân tích ở đây cũng chấp nhận cuộc gọi mới với xác suất  $\gamma$  sau khi  $C$  kênh bị chiếm (các kênh thuộc  $(S - C)$ ). Nếu tất cả các kênh  $S$  đã được cấp phát cho các cuộc gọi, các cuộc gọi mới đến sẽ bị rơi.

– Các nghiên cứu trước đây thường giả thiết rằng một cuộc gọi chuyển giao luôn có chất lượng tín hiệu thích hợp; tuy nhiên, điều này có thể không thực tế. Do đó, mô hình phân tích ở đây đặt  $\alpha$  là xác suất mà cuộc gọi chuyển giao có tín hiệu chất lượng tốt, và do đó,  $(1 - \alpha)$  là xác suất hệ thống nhận cuộc gọi chuyển giao có chất lượng kém.

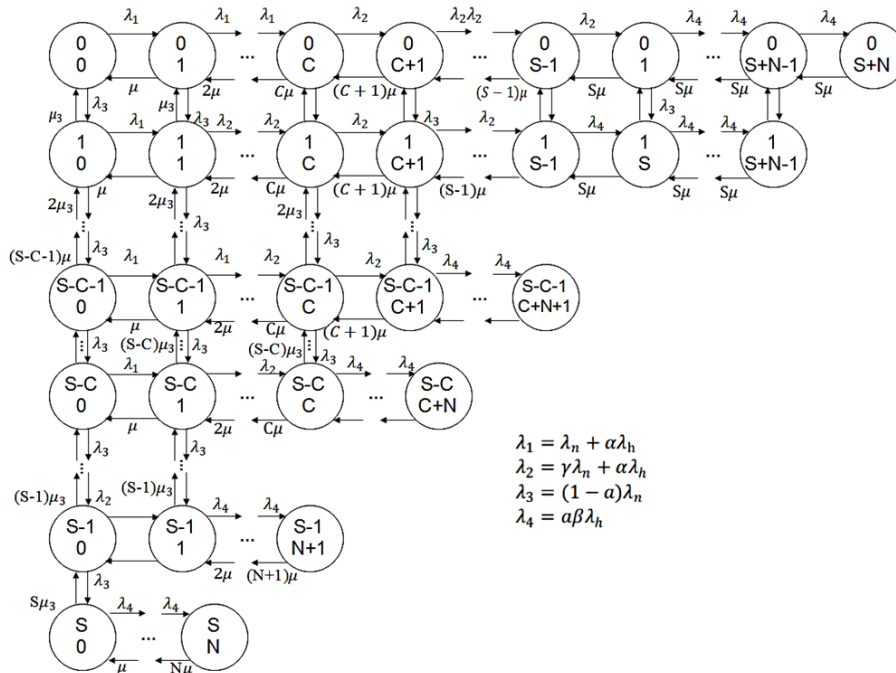
- Một cuộc gọi chuyển giao với chất lượng tín hiệu tốt sẽ được chuyển vào hàng đợi (bộ đệm) khi tất cả các kênh  $S$  bận với xác suất  $\beta$  và sẽ quay lại (retry) với xác suất  $\theta$  (hoặc rời hệ khỏi hệ thống và bị mất với xác suất  $1 - \theta$ ). Thời gian giữa các cuộc gọi retrials theo phân phối mũ với tốc độ retrial là  $\delta$ . Đây cũng là điểm khác biệt của mô hình trong bài báo này với mô hình trong [2].

- Giả thiết tất cả các cuộc gọi mới và cuộc gọi chuyển giao đều đến hệ thống theo phân phối Poisson với tốc độ đến trung bình lần lượt là  $\lambda_n$  và  $\lambda_h$ , một cách tương ứng.

- Trong mô hình này, cả thời gian hoàn thành cuộc gọi và thời gian chuyển giao đều được giả thiết là các biến ngẫu nhiên, và đều theo phân phối hàm mũ với các giá trị tốc độ lần lượt là  $\mu_1$  và  $\mu_2$ . Theo đó, tổng thời gian mà một cuộc gọi phải trải qua trong một ô cũng là một biến ngẫu nhiên và cũng theo phân phối mũ với tốc độ phục vụ là  $\mu$ , ở đây  $\mu = \mu_1 + \mu_2$ .

## 2.2 Mô hình phân tích

Trong mô hình phân tích ở đây, khi hệ thống (BSS – Base Station System) nhận được các cuộc gọi chuyển giao có chất lượng tín hiệu kém thì thay vì đánh rớt ngay lập tức, thì các cuộc gọi này sẽ lại tiếp tục thực hiện việc chuyển giao lần thứ 2 (re-handoff) đến một BSS lân cận khác có thể sẽ phục vụ tốt hơn. Mô hình hệ thống ở đây vì vậy sẽ được phân tích theo mô hình Markov CTMC 2-chiều kết hợp xem xét cả các cuộc gọi chuyển giao có chất lượng tín hiệu kém đến ô tế bào [2]. Lược đồ trạng thái mô hình được chỉ ra như ở Hình 2.



Hình 2. Lược đồ chuyển trạng thái 2-chiều đối với mô hình phân tích

Theo đó, tốc độ đến trung bình thực tế của các cuộc gọi trên kênh  $C$  đầu tiên là  $\lambda_1 = (\lambda_n + \alpha\lambda_h)$  và trên  $(S - C)$  kênh tiếp theo (từ  $C$  đến  $S$ ) là  $\lambda_2 = (\gamma\lambda_n + \alpha\lambda_h)$ . Một ô BSS ở đây cũng có thể nhận các cuộc gọi chuyển giao có tín hiệu kém với tốc độ đến trung bình là  $\lambda_3 = (1 - \alpha)\lambda_h$ . Cuối cùng, nếu cuộc gọi chuyển giao đến tìm thấy tất cả  $S$  kênh đã bị chiếm giữ, thì thay vì bị đánh rớt, cuộc gọi chuyển giao có chất lượng tín hiệu tốt sẽ được lưu vào bộ đệm với xác suất  $\beta$  cho đến khi có một kênh khả dụng, tốc độ đến trung bình khi đó sẽ là  $\lambda_4 = \alpha\beta\lambda_h$ . Ở đây, chúng tôi giả thiết xác suất  $\theta = 0$ .

Xét với lược đồ trạng thái ở Hình 2, trạng thái trong mô hình Markov CTMT được biểu thị bởi  $(i, j)$ , trong đó,  $i$  tương ứng với số lượng cuộc gọi chuyển giao có chất lượng tín hiệu kém và  $j$  tương ứng với số lượng cuộc gọi tín hiệu chất lượng tốt (bao gồm cả cuộc gọi mới đến và cuộc gọi chuyển giao chất lượng tín hiệu tốt) đang được xử lý. Để cải thiện xác suất rơi của các cuộc gọi chuyển giao, mô hình ở đây cũng dành riêng một số kênh cho các cuộc gọi chuyển giao kết hợp với hàng đợi (kích thước  $N$ ) thực hiện mức ưu tiên hơn so với các cuộc gọi mới nhằm giảm xác suất tắc nghẽn cho các cuộc gọi chuyển giao.

Vì mô hình này tính có đến một phần nhỏ các cuộc gọi chuyển giao đã nhận có chất lượng tín hiệu kém, ô nhận các cuộc gọi như vậy sẽ nhanh chóng yêu cầu chuyển các cuộc gọi này đến một số ô lân cận. Khoảng thời gian dành cho một cuộc gọi chuyển giao có tín hiệu kém cũng là một biến ngẫu nhiên và được giả định theo phân phối hàm mũ với tốc độ phục vụ  $\mu_3$ . Do đó, xét trên thực tế là cuộc gọi chuyển giao có tín hiệu chất lượng tốt có khả năng tồn tại trong một ô trong khoảng thời gian dài hơn so với cuộc gọi chuyển giao có chất lượng tín hiệu kém, tức là  $\mu_3 \gg \mu_2$ . Do đó, hiệu suất tổng thể của mạng di động được nâng cao và được mô tả qua mô hình Markov hai chiều [2].

Đặt  $\pi_{i,j}$  là xác suất trạng thái cân bằng của hệ thống (ô tế bào) đạt được tại trạng thái  $(i, j)$ , với  $0 \leq i \leq S$ ,  $0 \leq j \leq S + N$ . Khi đó, giá trị  $\pi_{i,j}$  được xác định như sau [2]:

$$\pi_{i,j} = \begin{cases} \frac{1}{j!} \left( \frac{\lambda_1}{\mu} \right)^j \pi_{0,0}; & i = 0, 0 < j \leq C \\ \frac{1}{j!} \left( \frac{\lambda_1}{\mu} \right)^C \left( \frac{\lambda_2}{\mu} \right)^{j-C} \pi_{0,0}; & i = 0, C+1 \leq j \leq S \\ \frac{1}{S!} \left( \frac{\lambda_1}{\mu} \right)^C \left( \frac{\lambda_2}{\mu} \right)^{S-C} \left( \frac{\lambda_4}{\mu} \right)^{j-S} \pi_{0,0}; & i = 0, S+1 \leq j \leq S+N \\ \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \frac{1}{j!} \left( \frac{\lambda_1}{\mu} \right)^j \pi_{0,0}; & 1 \leq i \leq C-1, 1 \leq j \leq C-i-1 \\ \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \left( \frac{\lambda_1^{C-i} \lambda_2^{j-C+i}}{j! \mu^j} \right) \pi_{0,0}; & 1 \leq i \leq C-1, C-i \leq j \leq S-i \\ \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \left( \frac{\lambda_1^{C-i} \lambda_2^{S-C+i} \lambda_4^{j-S}}{(S-i)! S^{j-S+i} \mu^j} \right) \pi_{0,0}; & 1 \leq i \leq C-1, S-i+1 \leq j \leq S-i+N \\ \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \frac{\lambda_2^j}{j! \mu^j} \pi_{0,0}; & C \leq i \leq S-1, 1 \leq j \leq S-i \\ \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \frac{\lambda_2^{S-i} \lambda_4^{j-S+i}}{(S-i)! S^{j-S+i} \mu^j} \pi_{0,0}; & C \leq i \leq S, S-i+1 \leq j \leq S-i+N \\ \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \pi_{0,0}; & 1 \leq i \leq S, j = 0 \end{cases} \quad (1)$$

ở đây,  $\lambda_1 = \lambda_n + \alpha\lambda_h$ ;  $\lambda_2 = \gamma\lambda_n + \alpha\lambda_h$ ;  $\lambda_3 = (1-\alpha)\lambda_h$ ;  $\lambda_4 = \alpha\beta\lambda_h$ . Sử dụng ràng buộc điều kiện chuẩn hóa  $\sum_{i=0}^S \sum_{j=0}^{S+N-i} \pi_{i,j} = 1$ , ta thu được giá trị  $\pi_{0,0}$  như sau [2]:

$$\pi_0 = \left[ 1 + \sum_{j=0}^C \frac{1}{j!} \left( \frac{\lambda_1}{\mu} \right)^j + \sum_{j=C+1}^S \frac{1}{j!} \left( \frac{\lambda_1}{\mu} \right)^C \left( \frac{\lambda_2}{\mu} \right)^{j-C} + \sum_{j=S+1}^{S+N} \frac{1}{S!} \left( \frac{\lambda_1}{\mu} \right)^C \left( \frac{\lambda_2}{\mu} \right)^{S-C} \left( \frac{\lambda_4}{\mu} \right)^{j-S} + \sum_{i=1}^{C-1} \sum_{j=1}^{C-i-1} \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \frac{1}{j!} \left( \frac{\lambda_1}{\mu} \right)^j + \sum_{i=1}^{C-1} \sum_{j=C-i}^{S-i} \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \left( \frac{\lambda_1^{C-i} \lambda_2^{j-C+i}}{j! \mu^j} \right) + \sum_{i=1}^{C-1} \sum_{j=S-i+1}^{S-i+N} \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \left( \frac{\lambda_1^{C-i} \lambda_2^{S-C+i} \lambda_4^{j-S}}{(S-i)! S^{j-S+i} \mu^j} \right) + \sum_{i=C}^{S-1} \sum_{j=1}^{S-i} \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \frac{\lambda_2^j}{j! \mu^j} + \sum_{i=C}^S \sum_{j=i+1}^{S-i+N} \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \frac{\lambda_2^{S-i} \lambda_4^{j-S+i}}{(S-i)! S^{j-S+i} \mu^j} + \sum_{i=1}^S \frac{1}{i!} \left( \frac{\lambda_3}{\mu_3} \right)^i \right]^{-1} \quad (2)$$

- Xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới đến (new call)  $PB_n$ :

$$PB_n = (1 - \gamma) \left[ \begin{array}{l} \sum_{i=0}^C \sum_{j=C-i}^{S-i-1} \pi_{i,j} \quad + \sum_{i=C+1}^{S-1} \sum_{j=0}^{S-i-1} \pi_{i,j} \\ + \sum_{i=0}^S \sum_{j=S-i}^{S+N-i-1} \pi_{i,j} \end{array} \right] + \sum_{i=0}^S \pi_{i,S+N-i} \quad (3)$$

- Xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi chuyển giao  $PB_h$ :

$$PB_h = \sum_{i=0}^S \pi_{i,S+N-i} \quad (4)$$

- Giá trị hiệu suất sử dụng kênh  $U(S)$  ở đây cũng được xác định như sau:

$$U(S) = \frac{1}{S} \left[ \sum_{i=0}^S \sum_{j=0}^{S+N-i} (i+j) \pi_{i,j} + S \sum_{i=0}^S \sum_{j=S+1-i}^{S+N-i} \pi_{i,j} \right] \quad (5)$$

- Cuối cùng, giá trị hiệu suất sử dụng bộ đệm:

$$U(N) = \frac{N_q}{N} \quad (6)$$

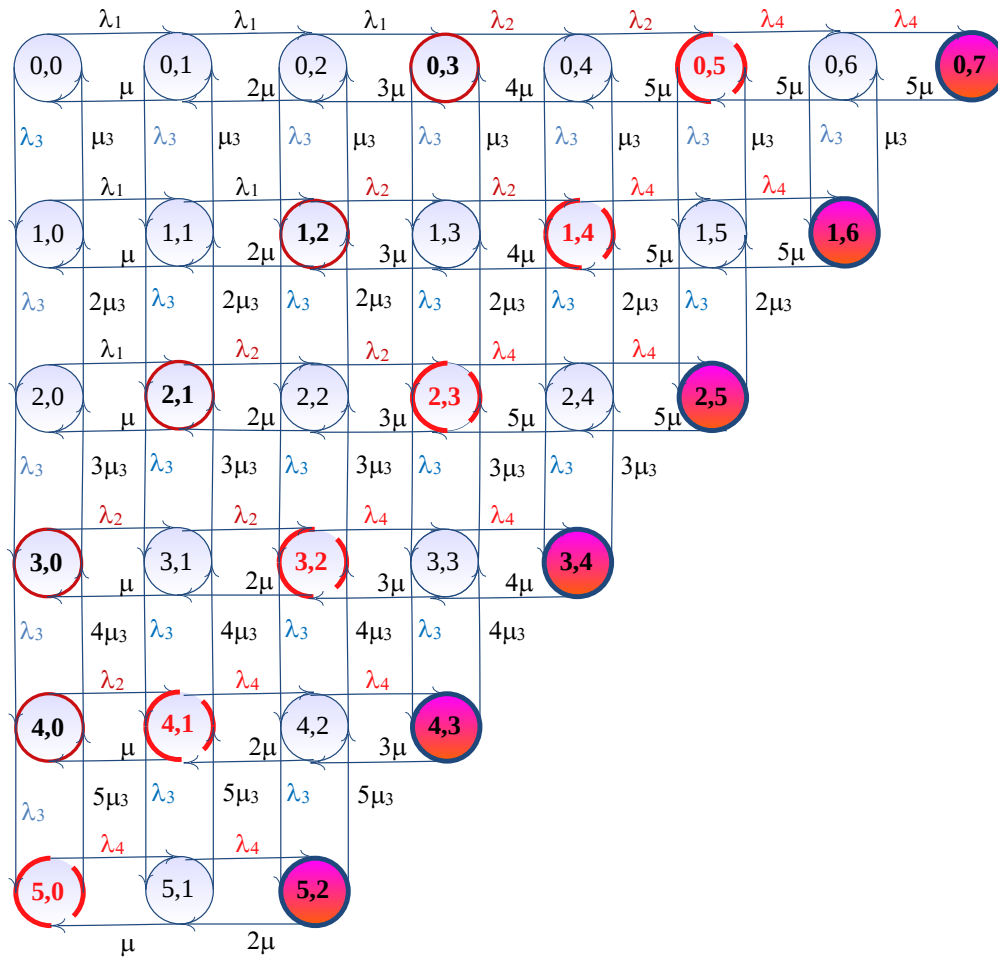
ở đây,  $N$  là kích thước bộ đệm và

$$N_q = \left[ \sum_{i=0}^S \sum_{j=S-i}^{S+N-i-1} (i+j-S) \pi_{i,j} + N \sum_{i=0}^S \pi_{i,S+N-i} \right]$$

là số cuộc gọi trung bình trong bộ đệm.

### 2.3 Mô hình minh họa

Trong phần này, chúng tôi sẽ minh họa mô hình phân tích ở trên với các tham số cụ thể như sau:  $S = 5$ ,  $C = 3$ ,  $N = 2$ . Khi đó lược đồ trạng thái cũng có thể được mô tả ở Hình 3.



Hình 3. Lược đồ chuyển trạng thái 2-chiều minh họa với mô hình phân tích

Trong lược đồ chuyển trạng thái ở Hình 3.5:

- Giá trị  $\lambda_1 = (\lambda_n + \alpha\lambda_h)$  là tốc độ đến trung bình của các cuộc gọi (bao gồm cuộc gọi mới và cuộc gọi chuyển giao có chất lượng tín hiệu tốt) trên kênh  $C = 3$  đầu tiên;
- Giá trị  $\lambda_2 = (\gamma\lambda_n + \alpha\lambda_h)$  là tốc độ đến trung bình của các cuộc gọi (bao gồm cuộc gọi mới và cuộc gọi chuyển giao có chất lượng tín hiệu tốt) trên  $(S - C) = 2$  kênh tiếp theo (từ 3 đến 5).
- Giá trị  $\lambda_3 = (1 - \alpha)\lambda_h$  ứng với tốc độ đến trung bình của các cuộc gọi của các cuộc gọi chuyển giao có tín hiệu kém.
- Giá trị  $\lambda_4 = \alpha\beta\lambda_h$  ứng với tốc độ đến trung bình của cuộc gọi chuyển giao đến khi tất cả  $S = 5$  kênh đã bị chiếm giữ (cuộc gọi chuyển giao có chất lượng tín hiệu tốt sẽ được lưu vào bộ đệm với xác suất  $\beta$  cho đến khi có một kênh khả dụng).

Với  $\pi_{i,j}$  là xác suất trạng thái cân bằng của hệ thống đạt được tại trạng thái  $(i, j)$ , với  $0 \leq i \leq 5, 0 \leq j \leq 7$ , ta có:

- Xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới đến (new call)  $PB_n$ :

$$PB_n = (1 - \gamma) \left[ \sum_{i=0}^3 \sum_{j=3-i}^{5-i-1} \pi_{i,j} + \sum_{i=3+1}^{5-1} \sum_{j=0}^{5-i-1} \pi_{i,j} \right] + \sum_{i=0}^5 \sum_{j=5-i}^{7-i-1} \pi_{i,j} \quad (7)$$

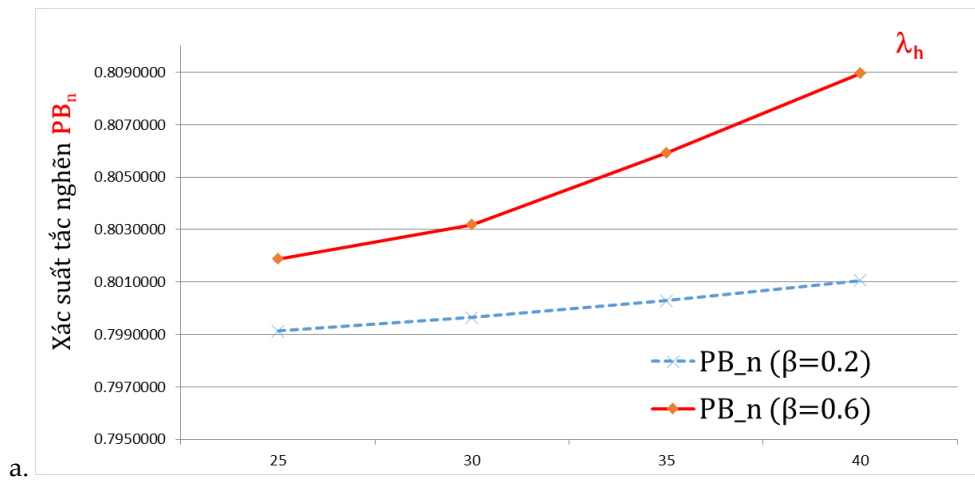
- Xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi chuyển giao  $PB_h$ :

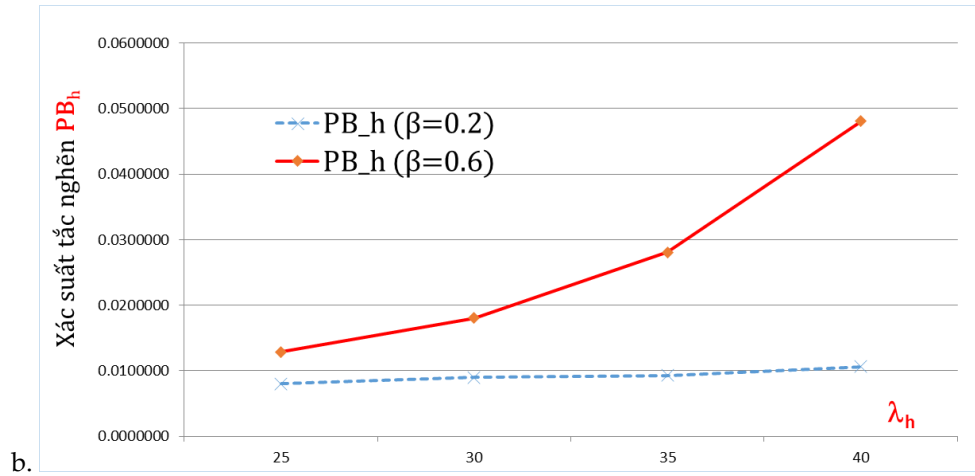
$$PB_h = \sum_{i=0}^5 \pi_{i,7-i} \quad (8)$$

### 3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

Để đánh giá ảnh hưởng của các tham số khác nhau lên các thông số đo đo hiệu suất khác nhau như hiệu suất sử dụng kênh  $U(S)$ , hiệu suất sử dụng bộ đệm  $U(N)$ , xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi chuyển giao  $PB_h$  và xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới  $PB_n$  ứng với các mô hình phân tích ở trên, phần này của bài báo sẽ cài đặt (bằng phần mềm Mathematica) và biểu thị kết quả số thông qua các đồ thị phân tích. Các tham số mặc định được lấy là  $S = 15, C = 8, N = 3, \lambda_h = 20, \lambda_n = 5, \mu = 2, \mu_3 = 1, \alpha = 0.6, \beta = 0.2, \gamma = 0.2, \theta = 0$ .

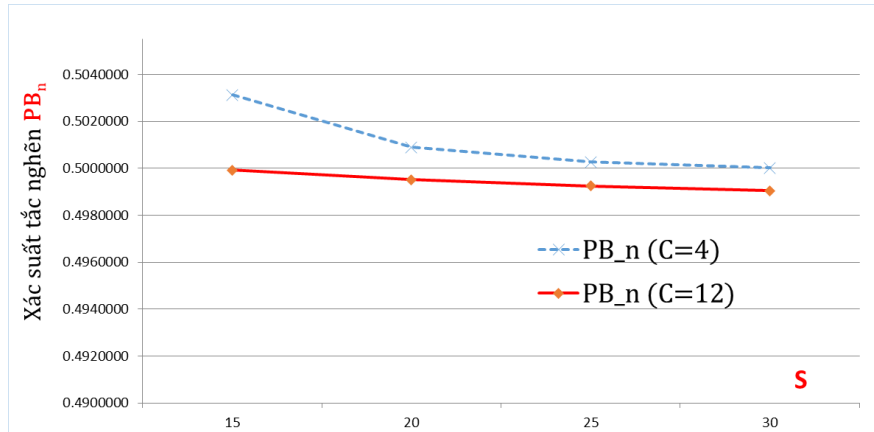
Hình 4 (a&b) mô tả xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới và các cuộc gọi chuyển giao theo tốc độ đến dựa theo giá trị  $\beta$ . Có thể lưu ý rằng mô hình phân tích thể hiện nhiều cải tiến trong việc giảm xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi chuyển giao dưới tất cả các giá trị của  $\beta$ . Điều này là do thực tế là, trong mô hình này, thay vì bị đánh rơi ngay lập tức, một cuộc gọi chuyển giao chất lượng tín hiệu kém lại có thể được chuyển giao lại cho các ô lân cận, do đó làm giảm xác suất rút với cuộc gọi chuyển giao.





**Hình 4.** Xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới và cuộc gọi chuyển giao vs  $\lambda_h$

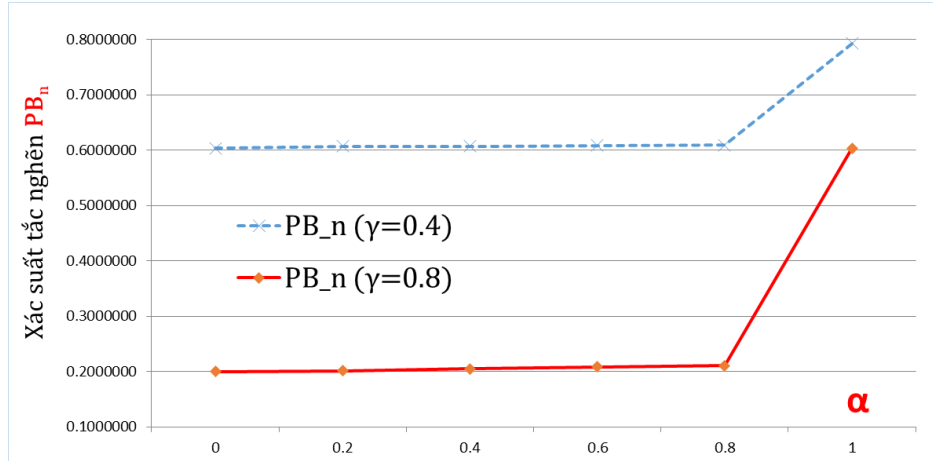
Hình 5 cho thấy ảnh hưởng của kích thước kênh đối với xác suất tắc nghẽn dựa trên các giá trị khác nhau của ngưỡng  $C$  mô hình. Rõ ràng là khi giá trị số kênh  $S$  tăng lên, xác suất tắc nghẽn giảm do số kênh khả dụng trở nên nhiều hơn về số lượng. Chúng ta cũng có thể thấy rằng, đối với một giá trị không đổi có thể chấp nhận được của số kênh, với sự gia tăng trong ngưỡng  $C$ , xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới sẽ giảm xuống đáng kể. Điều đó là hợp lý do số lượng cuộc gọi mới được chấp nhận sẽ nhiều hơn cùng với sự gia tăng giá trị của  $C$ . Do đó, việc chọn một giá trị ngưỡng thích hợp đóng một vai trò quan trọng trong việc đạt được kết quả hiệu suất tốt hơn với các mô hình.



**Hình 5.** Xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới ứng với mô hình phân tích vs  $S$

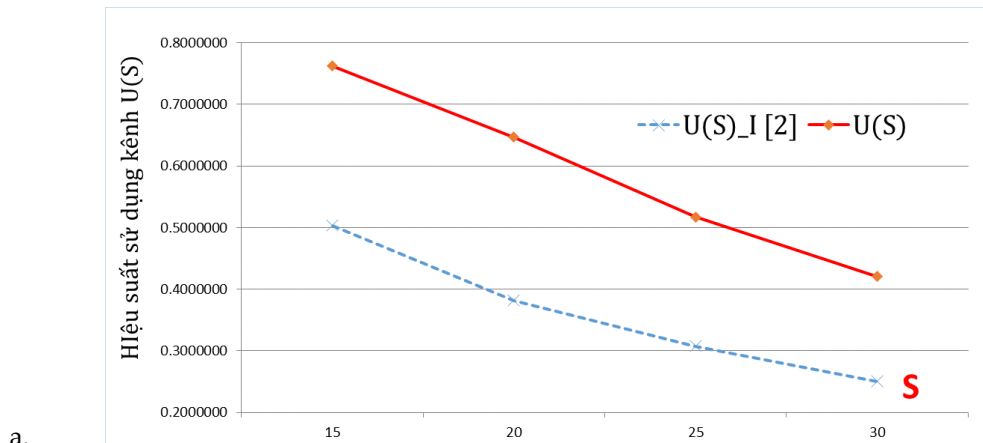
Tác động của chất lượng tín hiệu  $\alpha$  đến xác suất tắc nghẽn các cuộc gọi mới đối với mô hình với các giá trị xác suất chấp nhận  $\gamma$  khác nhau được thể hiện trong Hình 6. Có thể thấy rằng, sự gia tăng chất lượng tín hiệu ( $\alpha$ ) dẫn đến các giá trị của xác suất tắc nghẽn cao hơn đối với tất cả các giá trị của  $\gamma$ . Sự gia tăng này là kết quả của việc chấp nhận nhiều hơn các cuộc gọi chuyển giao với chất lượng tín hiệu tốt. Ngoài ra, xác suất

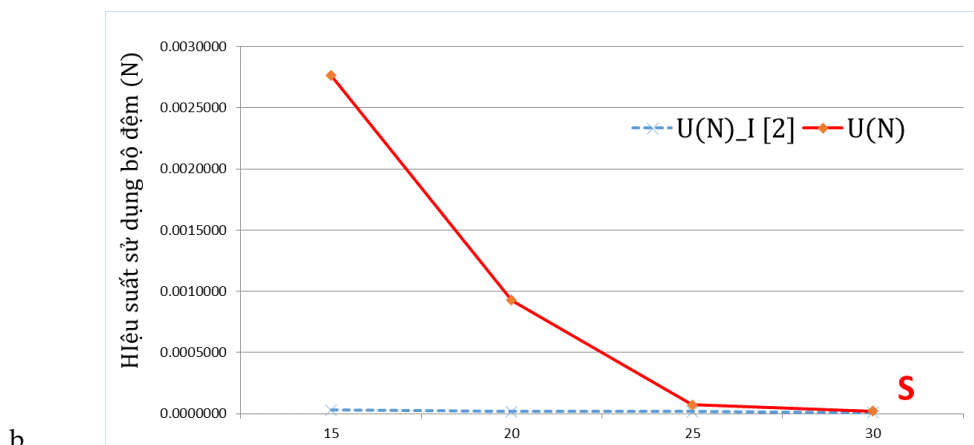
tắc nghẽn cũng giảm đáng kể trong khi  $\gamma$  tăng lên, điều này là hợp lý vì có thể cung cấp nhiều hơn tài nguyên sẵn có hơn để phục vụ cho các cuộc gọi mới.



Hình 6. Xác suất tắc nghẽn của các cuộc gọi mới ứng với mô hình phân tích vs  $\alpha$

Hình 7 a&b chỉ ra ảnh hưởng của kích thước kênh đối với việc hiệu suất sử dụng kênh và hiệu suất sử dụng bộ đệm, một cách tương ứng, đối với mô hình phân tích ở đây và mô hình I trong [2]. Kết quả phù hợp với tình hình thực tế đối với bất kỳ mạng truyền thông di động nào vì khi kích thước kênh tăng lên, số lượng kênh sẽ có sẵn nhiều hơn cho phân bổ dẫn đến tăng hiệu suất sử dụng kênh. Đối với một giá trị không đổi của kích thước kênh, mô hình phân tích ở đây cung cấp khả năng hiệu suất sử dụng kênh cũng như hiệu suất sử dụng bộ đệm tốt hơn so với mô hình I trong [2], do sử dụng nhiều tài nguyên hơn trong khi xử lý lại với các cuộc gọi chuyển giao chất lượng tín hiệu kém. Do đó, bằng cách chọn một giá trị có thể chấp nhận được của kích thước kênh, chúng ta có thể sử dụng các kênh một cách hiệu quả.





Hình 7. Hiệu suất sử dụng kênh U(S) (a) và hiệu suất bộ đệm U(N) (b) vs S

#### 4. KẾT LUẬN

Mô hình phân tích trong bài báo được thực hiện tại một ô trong mạng di động tế bào với 2 lưu lượng cuộc gọi đến là cuộc gọi mới và cuộc gọi chuyển giao. Mô hình cũng xem xét đến các kịch bản thực tế hơn về chất lượng tín hiệu, bao gồm các cuộc gọi chuyển giao với chất lượng tín hiệu tốt và chất lượng tín hiệu kém. Mô hình cấp phát kênh theo cơ chế kênh bảo vệ phân đoạn FGC kết hợp với bộ đệm được phân tích bằng mô hình Markov thời gian liên tục (CTMC). Kết quả phân tích mô hình cũng đã được thể hiện thông qua việc đánh giá với các đồ thị kết quả. Hướng tiếp theo của bài báo sẽ là mở rộng mô hình với yếu tố retrial cũng như kết hợp với các cơ chế kênh bảo vệ phân đoạn khác như LFGC và LAFGC, đồng thời mở rộng việc xác định giá trị tối ưu các tham số của mô hình đã xây dựng của hệ thống để đảm bảo FGC một cách tốt nhất.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cruz-Pérez, F.A. and Ortigoza-Guerrero, L. (2006). "Fractional Resource Reservation in Mobile cellular Systems". Resource, Mobility, and Security Management in Wireless Networks and Mobile Communications, pp. 335-362.
- [2]. Rakhee Kulshrestha<sup>1</sup>, Madhu Jain, Shruti (2019). "Performance Analysis of Fractional Guard Channel Scheme with Buffer for Cellular Mobile Networks", Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. A Phys. Sci.
- [3]. Dudin A, Kim CS, Dudin S, Dudina O (2016). "Analysis and optimization of guard channel policy with buffering in cellular mobile networks". Comput Netw 107:258–269.
- [4]. Tien, D.V. (2013). "An Enhanced Algorithm to Solve Multiserver Retrial Queueing Systems with Impatient Customer". Computers & Industrial Engineering, Vol 65, No 4, pp. 719-728.
- [5]. Vázquez-Ávila, J.L. and Cruz-Pérez, F.A. (2006). "Performance Analysis of Fractional Guard Channel Policies in Mobile Cellular Networks", IEEE Transactions on Wireless Communications, 5(2), pp. 301-305.
- [6]. Kulshrestha R, Agarwal A, Shruti (2019). "An adaptive fractional guard channel based CAC scheme for heterogeneous traffic in wireless cellular networks". In: Proceedings of IEEE 6th international conference in computing for sustainable global development, Delhi, India, pp 1066–1070.
- [7]. Kumar A, Purohit H (2013). "A comparative study of different types of handoff strategies in cellular systems". Int J Adv Res Comput Commun Eng 2:4278–4287.
- [8]. Al-Rubaye S, Al-Dulaimi A, Cosmas J, Anpalagan A (2018). "Call admission control for non-Standalone 5G ultra-dense networks". IEEE Commun Lett 22:1058–1061.
- [9]. Kassar M, Kervella B, Pujolle G (2008). "An overview of vertical handover decision strategies in heterogeneous wireless networks". Comput Commun 31:2607–2620.
- [10]. Madan BB, Dharmaraja S, Ks Trivedi (2008). "Combined guard channel and mobile-assisted handoff for cellular networks". IEEE Trans Veh Technol 57:502–510.
- [11]. Ujarari C, Kumar A (2015). "Handoff schemes and its performance analysis of priority within a particular channel in wireless systems". Int J Res Appl Sci Eng Technol 3:1021–1026.
- [12]. Goswami V, Swain P (2012). "Analytical modelling for handling poor signal quality calls in cellular network". Int J Netw Commun 2:47–54.

## CHANNEL ALLOCATION MODEL BASED ON FGC MECHANISM COMBINED BUFFER IN CELL MOBILE NETWORKS

**Nguyen Quang Hung**

Faculty of Information Technology, University of Sciences, Hue University

Email: nqhung@husc.edu.vn

### ABSTRACT

Abstract: Studies show that the demand for quality of service (QoS) for mobile and wireless networks to support multimedia applications is increasing dramatically among consumers. These requests often lead to congestion and call drops. User satisfaction expectations may differ for different network-based applications. Classification of applications is done based on different technological attributes and human perception in order to establish acceptable QoS levels. To maintain the provided QoS and support user mobility, the handoff mechanism is a key element of the wireless mobile network. Within the scope of this paper, we consider an analytic model in which BSS handles handover calls with poor signal quality, allowing more realistic scenarios of signal quality to be taken into account. The model then corresponding to the segment guard channel model combined with the buffer is analyzed using a continuous time Markov model (CTMC). Some numerical results are shown as well as graphically described by important input parameters such as arrival rate, service speed, showing the correctness of the analytical model.

**Keywords:** Cell mobile networks, FGC.



**Nguyễn Quang Hưng** sinh ngày 3/11/1979. Ông tốt nghiệp cử nhân ngành Công nghệ Thông tin năm 2001 và thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Máy tính tại trường Đại học Khoa Học, Đại học Huế vào năm 2005. Hiện ông công tác tại Khoa Công nghệ Thông tin, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* mạng máy tính, truyền thông dữ liệu.

