



CHUYỂN ĐỔI GIAO THỨC VÀ CẤP PHÁT TÀI NGUYÊN TRỌNG SỐ TRONG CÁC TẾ BÀO ẢO NHỎ CỦA CÁC MẠNG CỰC KỲ DÀY ĐẶC 5G ĐỂ CUNG CẤP DỊCH VỤ CÓ HIỆU QUẢ KINH TẾ CAO

Nguyễn Thạc Dũng, Phạm Thanh Bình, Lê Đình Mạnh

Trường Đại học Thông tin Liên lạc

Tóm tắt:

Để hỗ trợ lưu lượng ngày càng tăng từ các dịch vụ mạng đa dạng, việc triển khai các mạng cực kỳ dày đặc (UDN: ultra dense networks) nhằm nâng cao tổng dung lượng của các mạng không dây thế hệ thứ 5 (5G) là không thể tránh khỏi. Tuy nhiên, việc tăng mật độ mạng với số lượng tế bào nhỏ ngày càng tăng có những thách thức đáng kể về chất lượng cung cấp dịch vụ và chi phí triển khai vì sự phức tạp của mạng tăng lên, phí bảo hiệu và nhiễu giữa các tế bào. Trong bài báo này, các tế bào ảo nhỏ (VSC: virtual small cell) được hình thành theo điều kiện lưu lượng và yêu cầu của dịch vụ, được xem là giải pháp cho việc cung cấp dịch vụ có hiệu quả kinh tế và đáng tin cậy cho các mạng cực kỳ dày đặc 5G. Bài báo này đề xuất sơ đồ hình thành VSC dựa trên phân cụm K-means và việc chuyển đổi giao thức tương ứng để truyền dữ liệu qua các mạng không được cấp phép và được cấp phép tại đầu tế bào (CH: cell head) được phát triển. Dựa trên thiết kế kiến trúc của các tế bào ảo nhỏ, một thuật toán cấp phát tài nguyên mới cũng được đề xuất cho viễn cảnh của các tế bào ảo nhỏ để nâng cao lưu lượng trên hệ thống với tính công bằng tương đương.

Từ khóa: Tế bào ảo nhỏ, chuyển đổi giao thức.

1. Mở đầu

Sự phát triển của các thiết bị thông minh, xe tự lái sắp có và sự phát triển mạnh của ứng dụng mạng lưới vạn vật kết nối (IoT) dự kiến sẽ mang lại lưu lượng dữ liệu tăng đáng kể cho cơ sở hạ tầng mạng không dây hiện tại, điều này đòi hỏi phải nghiên cứu và phát triển mạng thế hệ thứ 5 (5G). Kết quả là, mạng cực kỳ dày đặc (UDN) đã được coi là một giải pháp đầy hứa hẹn để đối phó với sự bùng nổ gia tăng lưu lượng và hỗ trợ các dịch vụ tốc độ cao thông qua việc triển khai trạm gốc nhỏ (SBS: small base station) cực kỳ dày đặc với khoảng cách truyền tải giảm giữa người dùng và điểm truy cập [1]. Trong khi đó, các ứng dụng mạng đa dạng ngày càng gia tăng, chẳng hạn như các trò chơi trực tuyến, xe được kết nối và máy móc thông minh, đòi hỏi cả dung lượng lớn và cung cấp chất lượng dịch vụ (QoS: quality of service) đa dạng [2].

Mặc dù dung lượng tăng mạnh vì tăng mật độ mạng, việc triển khai một số lượng lớn các tế bào nhỏ đặt ra những thách thức mới về cung cấp chất lượng dịch vụ, chi phí triển khai mạng tăng đáng kể và các khó khăn vận hành, chủ yếu là do chi phí triển khai SBS cố định cũng như phí bảo hiệu cần thiết cho việc phối hợp mạng và quản lý tài nguyên.

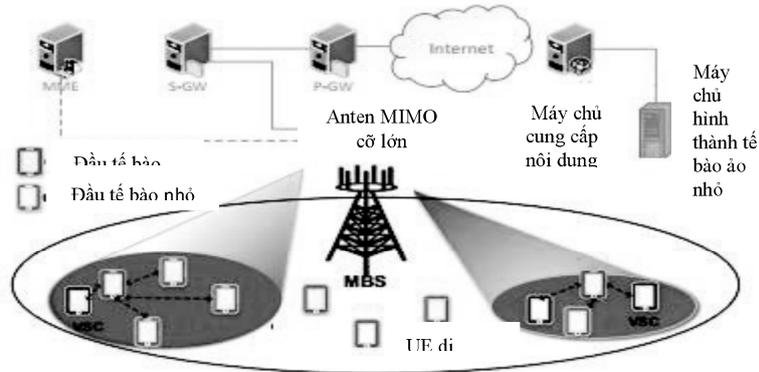
Ngoài ra, việc triển khai dày đặc các cơ sở hạ tầng mạng dẫn đến sự nhiễu nghiêm trọng giữa các tế bào nhỏ lân cận, mà cuối cùng ảnh hưởng đến việc cung cấp chất lượng dịch vụ. Hơn nữa, các dịch vụ đa dạng sẽ được hỗ trợ bởi các mạng 5G thế hệ tiếp theo cùng với các thiết bị sử dụng không đồng nhất (UEs: user devices) hiện hữu. Nhiều dịch vụ cũng yêu cầu cung cấp chất lượng dịch vụ với độ trễ khác nhau [3].

Để giải quyết những thách thức này, các VSC đã được đề xuất như một giải pháp cho việc cung cấp dịch vụ có hiệu quả kinh tế và đáng tin cậy cho các mạng cực kỳ dày đặc 5G [4]. Các VSC là một mạng di động được hỗ trợ bởi cơ sở hạ tầng mạng không dây thích ứng, nơi mà các VSC tạm thời được hình thành để nâng cao phổ tần và hiệu quả kinh tế [5]. Trong các VSC, các thiết bị di động thích hợp được chọn làm những ứng viên CH và hoạt động như các SBS ảo để có thể giảm chi phí lắp đặt các SBS ảo cố định [6]. Các CH này tập hợp lưu lượng giữa các tế bào trong băng tần không được cấp phép và sau đó chuyển tiếp lưu lượng kết hợp tới trạm gốc tế bào macro (MBS: macro-cell base station) thông qua băng tần di động [7]. Bằng cách sử dụng băng tần khác nhau, nhiễu giữa các tế bào giảm mạnh và đồng thời chất lượng dịch vụ được cải thiện. Mục

tiêu cụ thể của bài báo này là phát triển cơ sở hạ tầng mạng không dây thích ứng với phổ tần cao và có hiệu quả kinh tế trong khi yêu cầu về các dịch vụ đa dạng từ các UE khác nhau về tốc độ dữ liệu và đồng thời có thể đáp ứng chất lượng dịch vụ.

2. Mô hình hệ thống

Kiến trúc mạng của mạng di động 5G với các VSC xét trong bài báo này được thể hiện trong Hình 1. MBS quyết định hình thành các VSC khi các vùng



Hình 1. Mạng di động được hỗ trợ bởi sự hình thành VSC.

Trong Hình 1, máy chủ hình thành VSC thực hiện thuật toán hình thành VSC cho tất cả các MBS. Khi bắt đầu tải xuống dữ liệu HTTP khởi tạo các UE điển hình, các UE gửi yêu cầu tới máy chủ cung cấp nội dung thông tin qua các MBS và yêu cầu HTTP bao gồm dữ liệu thông tin z của thiết bị di động, trong đó z bao gồm thông tin vị trí người dùng, có thể đo được thông qua các điểm tham chiếu có sẵn [9], tính phí trên mỗi đơn vị để phân phối dữ liệu (nếu dùng như CH), và mức năng lượng của các UE [10]. Sau đó, máy chủ cung cấp nội dung thông tin sẽ thu thập thông tin của một bộ các thiết bị di động (tốt nhất là những nội dung thông tin tương tự được yêu cầu) và gửi đến máy chủ hình thành các VSC. Máy chủ hình thành các VSC sau đó thực hiện thuật toán dựa trên phân cụm K-means để hình thành các VSC bằng cách sử dụng thông tin về vị trí và chọn CH bằng cách sử dụng thông tin về kênh và năng lượng. Các UE không được phân cụm thành bất kỳ tế bào ảo nhỏ nào sẽ tự liên lạc trực tiếp với các MBS.

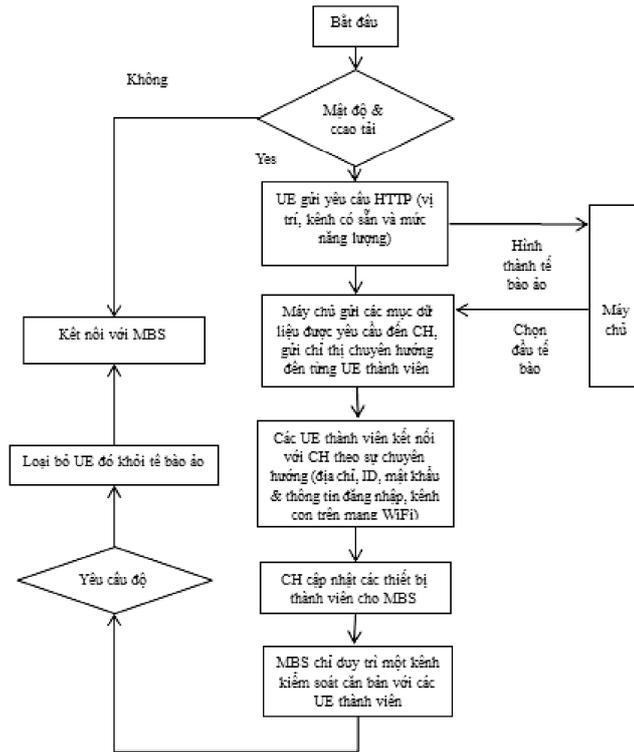
Sau đó, nhà cung cấp nội dung thông tin gửi trực tiếp những nội dung thông tin được yêu cầu đến CH và tạo các gói siêu dữ liệu chuyên hướng cho từng UE nội bộ tế bào ảo nhỏ. Gói siêu dữ liệu truyền thông tin về sự lựa chọn các kênh con không được cấp phép, địa chỉ của CH và thông tin đăng nhập, ID / mật khẩu đăng nhập cho các thiết bị nội bộ tế bào ảo khác để truy cập CH. Sau đó, CH cập nhật các thiết bị thành viên của nó cho MBS và MBS sẽ chỉ duy trì một kênh kiểm soát căn bản với các thiết bị thành viên để kiểm soát chất lượng dịch vụ. Các thiết bị di động khác sau đó yêu cầu dữ liệu từ CH và CH sẽ làm nhiệm vụ chuyển tiếp cho VSC. Khi CH tập hợp lưu lượng trong băng tần không

mục tiêu có mật độ người dùng cao hoặc cao tải. Tin hiệu tải của tế bào macro có thể được trao đổi định kỳ trên giao diện X2 giữa các MBS. Hơn nữa, các MBS có thể tìm thấy các kênh con tự do còn lại bằng cách giám sát việc truyền đi liên tục hoặc thu thập các báo cáo từ người dùng [8]. Bằng cách này, các MBS có thể quyết định hình thành tế bào nhỏ ảo cho khu vực cao tải tạm thời, và cấp các kênh con tự do có sẵn để truyền dẫn nội bộ VSC.

được cấp phép và truyền khối lượng lưu lượng cao với MBS trong băng tần được cấp phép, cả quy trình tổng hợp lưu lượng qua UDN và cấp phát tài nguyên giữa các VSC khác nhau sẽ là một thách thức. Do đó trong các phần sau, việc chuyển đổi giao thức tại CH và sơ đồ cấp phát tài nguyên cho VSC sẽ được phân tích và phát triển.

Quy trình thực hiện và thu thập thông tin nói trên cũng được mô tả qua biểu đồ trong Hình 2. Lưu ý rằng để đảm bảo chất lượng dịch vụ của các ứng dụng người dùng, việc cung cấp dịch vụ của UE có yêu cầu độ trễ cao, chẳng hạn như những yêu cầu nhạy cảm với độ trễ, sẽ bị xóa khỏi VSC và liên lạc trực tiếp với MBS. K-means là một trong những thuật toán học nổi tiếng về quá trình phân cụm [11]. Như trình bày trong Thuật toán 1, số lượng UE N trong khu vực cao tải, ma trận vị trí μ của người dùng và số lượng trung tâm K_{max} , sẽ được thu thập trước tại máy chủ hình thành VSC. Sau đó, các vòng lặp trong Thuật toán 1 được áp dụng để xác định cụm tốt nhất cho mỗi điểm dữ liệu bằng cách tìm khoảng cách bình phương trung bình tối thiểu. Cuối cùng, N UE được gán vào các trung tâm K_{max} ($N > K_{max}$). Từ [11], thời gian hoạt động tron tru của phương pháp k-means bị chặn tại $N_{K_{max}}$ và do đó độ

phức tạp tính toán của k-means tăng lên theo số lượng người dùng.



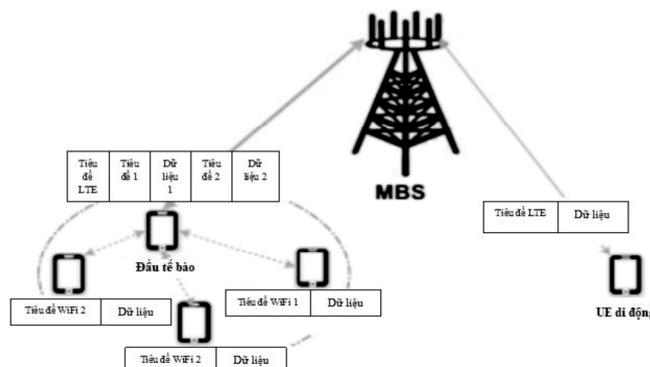
Hình 2. Thuật toán K-means thực hiện và thu thập thông tin hình thành VCS

3. Chuyển đổi giao thức để tổng hợp lưu lượng

Trong thiết kế VSC động đề xuất, CH đầu tiên thu thập lưu lượng từ các thiết bị thành viên khác sử dụng băng tần không được cấp phép, chẳng hạn như Wi-Fi và sau đó truyền lưu lượng dữ liệu tổng hợp tới MBS trong băng tần được cấp phép. Do việc sử dụng băng tần không được cấp phép, chẳng hạn như Wi-Fi, trong mỗi VSC, bộ chuyển đổi giao thức được áp dụng để đạt được lưu lượng truyền dẫn. Tuy nhiên, các giao thức của mạng di động và Wi-Fi có những khác biệt cơ bản ở các Lớp điều khiển truy nhập môi trường (MAC): mạng di động thường có giao thức MAC dựa theo khung và tập trung phối hợp cho phép điều khiển phân tán và đa truy nhập

tránh xung đột (CSMA / CA). Do đó, việc chuyển đổi giao thức và đóng gói dữ liệu qua băng tần được cấp phép và không được cấp phép là cần thiết cho mục đích liên kết mạng.

Hình 3 thể hiện việc chuyển đổi giao thức và quy trình đóng gói trong VSC. Sử dụng mạng LTE làm ví dụ, giả sử MBS sử dụng OFDM trong lớp vật lý và các kỹ thuật TDMA cố định để phân chia khe thời gian giữa các UE di động bình thường và CH. Các CH có hai giao diện mạng, giao diện LTE kết nối CH với MBS trong khi giao diện WiFi được sử dụng để liên lạc với các thiết bị thành viên VSC.



Hình 3. Quy trình chuyển đổi giao thức và đóng gói dữ liệu tại một tế bào ảo nhỏ

4. Sơ đồ cấp phát tài nguyên trọng số cho tế bào nhỏ ảo

Trong thiết kế VSC đề xuất, CH sẽ hoạt động ở chế độ đa kết nối (MCM), đồng thời hỗ trợ một hoặc nhiều kết nối. Mạng di động được sử dụng như một mạng neo di động và điều khiển để cung cấp khả năng phát hiện vùng cao tải, giám sát chất lượng dịch vụ tăng cường điều khiển thao tác.

Với mục đích mô hình hóa, một VSC được coi là một người dùng và tỉ số tín hiệu trên nhiễu (SNR) được đặt là giá trị SNR cao nhất trong số tất cả các thiết bị thành viên. Việc cấp phát tài nguyên trong quy trình truyền dữ liệu đường xuống trong một tế bào LTE / LTE-A hoạt động ở chế độ FDD sẽ được mô hình hoá về dung lượng mạng và sự công bằng trong tình hình cao tải.

Giả sử rằng có N người dùng di động trong tế bào macro. Tổng dung lượng trên mỗi khung được biểu thị bằng S_{tot} và chúng tôi giả sử rằng băng tần không được cấp phép không bị nghẽn cổ chai trong luồng dữ liệu do tính chất tâm ngắn. Kênh của người dùng điện thoại di động i có đặc điểm Rayleigh fading tĩnh. Do đó, SNR có thể được mô tả là một biến ngẫu nhiên C_i với $SNR\gamma_i$ trung bình, sao cho Hàm phân phối tích lũy (CDF) của SNR sẽ là $F_i(z) = 1 - e^{-z/\gamma_i}$. Thông tin trạng thái kênh (CSI)

thu được bằng cách truyền một gói dữ liệu mang tính thăm dò đầu tiên từ MBS đến UE, và sau đó thu thập CSI đo được từ UE tới MBS thông qua khung điều khiển. Chúng tôi cũng giả sử có sẵn tại MBS. Về Sơ đồ mã hóa và điều chế có sẵn M (MCSs), việc truyền dữ liệu sẽ có tốc độ khác nhau. Giả sử rằng MCS cho người dùng i là một chức năng của SNR tức thời [13], ví dụ:

$$MCS_i = k; C_i \in [th_k; th_{k+1}], \\ k = 1..M, th_1 = 0, th_p \leq th_q, \text{if } p \leq q$$

Xác suất truyền dữ liệu giữa người dùng i (hoặc CH i) và MBS được mã hóa với MC thứ k là:

$$\pi_k^{(i)} = \int_{th_k}^{th_{k+1}} dF_i(z) = e^{-th_k/\gamma_i} - e^{-th_{k+1}/\gamma_i}$$

Số bit dữ liệu được truyền trong một ký hiệu OFDM với MC thứ k được biểu thị bởi b_k .

Trong thiết kế VSC đề xuất, MBS xếp lịch cho các VSC N_c thay vì người dùng bình thường. Điều này nghĩa là MBS quyết định VSC sẽ được cung cấp, và sau đó truyền giữa CH và MBS xuất hiện. Xác định X_n là SNR của VSC n (CL_n), chúng ta có: $X_n = \max \{C_j, j: u_j \in CL_n\}$, $n \in \{1 \dots N_c\}$, trong đó u_j là người dùng $j \in \{1 \dots N\}$. Xem các biến ngẫu nhiên C_j là các biến độc lập, CDF của X_n được tính như sau:

$$F_{X_n}(z) = \prod_{j \in CL_n} F_j(z) = \prod_{j \in CL_n} (1 - e^{-z/\gamma_j}), z \geq 0 \quad (3)$$

Trong mỗi quy trình truyền, MCS được sử dụng chỉ phụ thuộc vào SNR tức thời của kênh tốt nhất trong VSC được xếp lịch. Điều này là do trong thiết kế VSC đề xuất, các thiết bị thành viên được phân nhóm theo các loại dịch vụ và mật độ, và chọn thiết bị thành viên có chất lượng kênh tốt nhất như CH. MBS xếp lịch cho tất cả các CH theo sơ đồ xếp lịch cải tiến của chúng tôi, sơ đồ cấp phát tài nguyên trọng số (W-RA), được thiết kế cho viễn cảnh của VSC. Tiếp theo, tốc độ dữ liệu trong phương pháp cấp phát tài nguyên đường cơ sở, luân chuyển quay vòng, thuật xếp lịch (PF) sẽ được phân tích cùng với sơ đồ W-RA đề xuất và so sánh hiệu suất cũng sẽ được nêu trong phần mô phỏng.

Luân chuyển quay vòng (RR) RR là một bộ xếp lịch đơn giản, cấp phát tài nguyên có sẵn bằng nhau giữa tất cả người dùng tham gia. Do đó, lưu lượng của mỗi người dùng phụ thuộc vào số lượng người dùng trong hệ thống, xác suất mà dữ liệu được truyền tại một MCS nhất định và tổng số tài nguyên trong hệ thống R_{tot} :

$$E[T_i] = \frac{1}{N} R_{tot} \sum_{k=1}^M \pi_k^{(i)} b_k, i \in \{1 \dots N\}$$

Sơ đồ cấp phát tài nguyên W-RA được cải tiến cho thiết kế VSC. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất một sơ đồ cấp phát tài nguyên mới, cấp phát tài nguyên trọng số (W-RA), để nâng cao lưu lượng tổng thể và lên lịch công bằng của hệ thống VSC hỗ trợ di động. Trọng số được bổ sung vào các tế bào ảo nhỏ theo số lượng thiết bị thành viên và loại dịch vụ:

$$\omega_n = N_n / N \cdot \mu \quad (5)$$

Ở đây N_n biểu thị số lượng thiết bị thành viên của CL_n . μ là một tham số từ 0 -1, với giá trị cao hơn tương ứng với mức độ ưu tiên lưu lượng cao hơn. Ví dụ: video thời gian thực (1) ưu tiên hơn với độ trễ, ưu tiên hơn đối với các ứng dụng như chuyển email.

Khi đó, tốc độ dữ liệu trung bình mà VSC CL_n nhận được là:

$$E[T_{CL_n}] = \omega_n R_{tot} \sum_{k=1}^M \pi_k^{(n)} b_k, i \in \{1 \dots N\} \quad (6)$$

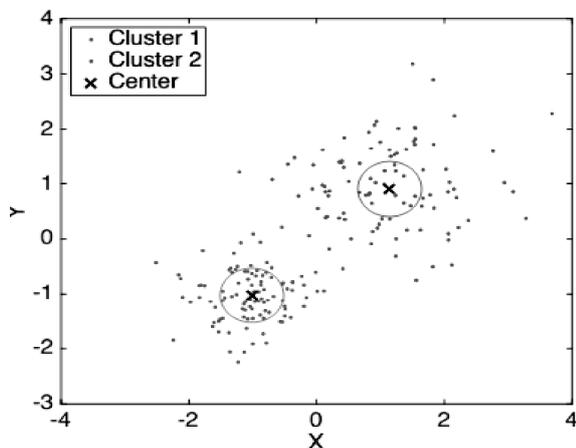
5. Mô phỏng đánh giá hiệu suất

Mô phỏng MATLAB được thực hiện để đánh giá hiệu suất của sơ đồ W-RA đề xuất cho các tế bào ảo nhỏ (cụ thể, cấp phát tài nguyên giữa các CH).

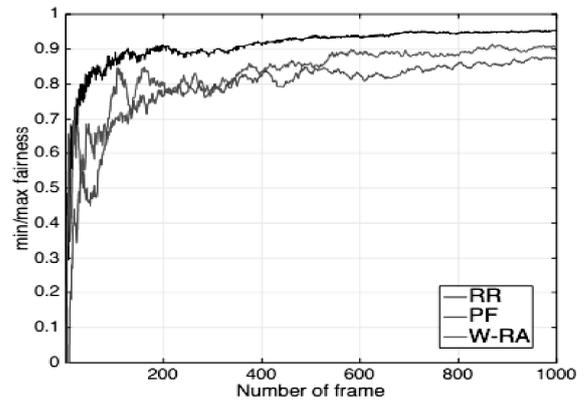
Giả sử rằng 1000 khung sẽ được cấp phát cho 15 tế bào ảo nhỏ với các yêu cầu về chất lượng dịch vụ khác nhau. Thời lượng khung là 0,005 giây. Tốc độ dữ liệu trung bình của tế bào macro được cập nhật mỗi lần cấp phát để hiển thị kết quả thời gian thực.

Hình 5 thể hiện kết quả hình thành tế bào ảo nhỏ và xác định trung tâm / bán kính của tế bào. 100 người dùng được tạo ngẫu nhiên trong một khu vực và thuật toán phân cụm K-MEANS được thực hiện cho quy trình hình thành tế bào ảo nhỏ. Có thể thấy trong hình rằng trong bước đầu tiên, người dùng được nhóm thành màu xanh và màu đỏ và trung tâm tế bào cũng được quyết định. Sau đó, người dùng xa bị loại khỏi các tế bào ảo bằng cách sử dụng khoảng cách trung bình cộng với độ lệch chuẩn. Để tìm bán kính của các tế bào ảo nhỏ, áp dụng phạm vi truyền của giao thức IEEE 802.11p, và giá trị nhỏ hơn giữa phạm vi truyền và khoảng cách trung bình cộng với độ lệch chuẩn sẽ là bán kính của các tế bào ảo nhỏ.

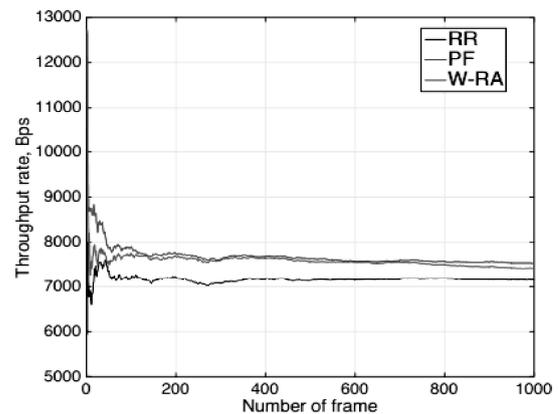
Hình 6 thể hiện sự so sánh công bằng của ba đường cấp phát tài nguyên. Rõ ràng là RR có sự công bằng cao nhất, trong khi PF có kết quả công bằng tệ hơn vì RR cấp phát tài nguyên đồng đều mà không có điều kiện về kênh hoặc lưu lượng mạng tổng thể hoặc các yêu cầu chất lượng dịch vụ. Sơ đồ W-RA đề xuất có mức độ công bằng vừa phải so với phương pháp đường cơ sở. Hình 7 minh họa sự so sánh lưu lượng của sơ đồ W-RA đề xuất so với phương pháp đường cơ sở trong thiết kế VSC. Từ hình vẽ có thể thấy rằng sơ đồ W-RA đề xuất cung cấp lưu lượng đáng kể so với PF, trong khi vẫn duy trì mức độ công bằng vừa phải như thể hiện trong Hình 6.



Hình 5. Sơ đồ hình thành tế bào ảo nhỏ dựa trên phân cụm K-means



Hình 6. So sánh sự công bằng của sơ đồ W-RA đề xuất với phương pháp đường cơ sở



Hình 7. Lưu lượng của sơ đồ W-RA đề xuất so với phương pháp đường cơ sở

6. Kết luận

Để đáp ứng yêu cầu dung lượng lớn của 5G và đối phó với chi phí cao của việc triển khai tế bào nhỏ cố định, một thiết kế mạng dày đặc mới thông qua tế bào ảo nhỏ (VSC) được hình thành thích ứng theo điều kiện lưu lượng và được nghiên cứu trong bài báo này nhằm đạt được việc cung cấp dịch vụ có hiệu quả kinh tế. Sơ đồ hình thành tế bào ảo nhỏ dựa trên phân cụm K-means được đề xuất và chuyển đổi giao thức để truyền dữ liệu qua băng tần không được cấp phép và được cấp phép tại CH được thiết kế. Dựa trên kiến trúc mạng di động của tế bào ảo nhỏ đề xuất, thuật toán cấp phát tài nguyên trọng số cũng đã được phát triển cho viễn cảnh của VSC. Cả kết quả phân tích lý thuyết và mô phỏng đều xác nhận rằng sơ đồ W-RA đề xuất có lưu lượng hệ thống tốt với sự công bằng dịch vụ được cải thiện cho kiến trúc mạng VSC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] O. Galinina, A. Pyattaev, S. Andreev, M. Dohler and Y. Kouch-eryavy, "5G Multi-RAT LTE-WiFi Ultra-Dense Small Cells: Performance Dynamics, Architecture, and Trends, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 33, no. 6, pp.1224-1240, June 2015.
- [2] Y. Park, J. Heo and D. Hong, "Spectral Efficiency Analysis of Ultra-Dense Small Cell Networks With Heterogeneous Channel Estimation Capabilities" *IEEE Communication Letters*, vol. 21, no. 8, pp.1839-1842, Aug 2017.
- [3] Z. Chang, K. Zhu, Z. Zhou and T. Ristaniemi, "Service Provisioning with Multiple Service Providers in 5G Ultra-dense Small Cell Networks" *IEEE PIMRC*, pp.1895-1900, Oct 2016.
- [4] A. Behnad and X. Wang, "Virtual Small Cells Formation in 5G Networks" *IEEE Communication Letters*, vol. 21, no. 3, pp.616619, Mar 2017.
- [5] Y. Liu, X. Duan, G. Boudreau, A.B. Sediq and X. Wang, "Adaptive Beamforming based Inband Fronthaul for Cost-Effective Virtual Small Cell in 5G Networks" *IEEE GLOBECOM 2017*, accepted.
- [6] X. Duan, X. Wang, Y. Liu and K. Zheng, "SDN Enabled Dual Cluster Head Selection and Adaptive Clustering in 5G-VANET" *IEEE Vehicular Technology Conference (VTC) Fall*, pp.1-6, Sept 2016.
- [7] X. Duan, Y. Liu and X. Wang, "SDN Enabled 5G-VANET: Adaptive Vehicle Clustering and Beamformed Transmission for Aggregated Traffic" *IEEE Communication Magazine*, vol. 55, no. 7, pp.120-127, July 2017.
- [8] C. Cano and D. J. Leith, "Coexistence of WiFi and LTE in Unlicensed bands: A proportional Fair Allocation Scheme", *IEEE International Conference on Communication Workshop (ICCW)*, pp. 2288-2293, 2015.
- [9] Y. He, A. Behnad and X. Wang, "Accuracy Analysis of the Two-Reference-Node Angle-of-Arrival Localization System" *IEEE Communication Letters*, vol. 4, no. 3, pp.329-332, Mar 2015.
- [10] S. Andreev, A. Pyattaev, K. Johnsson, O. Galinina, and Y. Kouch-eryavy, "Cellular traffic offloading onto network-assisted device-to-device connections" *IEEE Communication Magazine*, vol. 52, no. 4, pp. 20-31, Apr. 2014.
- [11] A. Razavi, M. Valkama and E.S. Lohan, "K-Means Fingerprint Clustering for Low-Complexity Floor Estimation in Indoor Mobile Localization" *IEEE GLOBECOM Workshops*, pp.1-5, Dec 2015.

PROTOCOL CONVERSION AND WEIGHTED RESOURCE ALLOCATION IN VIRTUAL SMALL CELLS OF 5G ULTRA DENSE NETWORKS FOR COST - EFFECTIVE SERVICE PROVISIONING

Nguyen Thac Dung, Pham Thanh Binh, Le Dinh Manh

Telecommunications University

Abstract

In order to support dramatically increased traffic from diverse network services, deployment of ultra dense networks to improve the overall capacity of the fifth generation (5G) wireless networks becomes inevitable. However, network densification with increased number of small cells brings significant challenges in terms of quality of service provisioning and deployment cost due to increased network complexity, signalling overhead and inter-cell interference. In this paper, virtual small cell (VSC), which is formed adaptively according to traffic condition and service requirements, is investigated as a solution for cost-effective and reliable service provisioning in 5G ultra dense networks. A K-means clustering based VSC formation scheme is proposed in this paper, and the corresponding protocol conversion for data transmission across unlicensed and licensed networks at cell head (CH) is developed. Based on the VSC architecture design, a new resource allocation algorithm is also proposed for VSC scenario in order to improve the system throughput with comparable fairness.

Keywords: *virtual small cell, Protocol Conversion*