

CHUYÊN GIAO DỊCH VỤ DỰA VÀO NGỮ CẢNH THÔNG TIN ĐỂ CẢI THIỆN HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG TRONG HỆ THỐNG VÔ TUYẾN SỬ DỤNG NHIỀU ĂNG TEN SERVICES HANDOVER BASED ON INFORMATION CONTEXT TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY IN MIMO SYSTEM

Nguyễn Thị Thanh Hương¹, Lê Hữu Lập²

^{1,2} Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 10/7/2020, ngày phản biện đánh giá 27/7/2020, ngày chấp nhận đăng 3/8/2020.

TÓM TẮT

Trong thời kỳ bùng nổ công nghệ, hệ thống thông tin “xanh” được coi là một trong những chủ đề nghiên cứu trong lĩnh vực Truyền thông và Công nghệ thông tin, đặc biệt là trong mạng thông tin di động thế hệ mới. Một hệ thống thông tin “xanh” không những giảm công suất tiêu thụ tại các nút mạng như trạm gốc (BSs), chuyển mạch, máy chủ mà còn tiết kiệm năng lượng nguồn tài nguyên giữa các dịch vụ. Hệ thống thông tin nhiều đầu ra và nhiều đầu vào (MIMO) là một trong những công nghệ ứng cử viên hứa hẹn cho thế hệ mạng thứ 5 (5G) trong việc nâng cao hiệu quả năng lượng và nguồn tài nguyên sử dụng chung. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu và đề xuất một lược đồ chuyển giao giữa các dịch vụ dựa trên nhận biết ngữ cảnh thông tin như công suất phát, tốc độ di chuyển của thiết bị người dùng, tải lưu lượng truy cập, mức điều khiển nhập cuộc gọi, loại dữ liệu thông tin ... nhằm tối ưu số lần chuyển giao (handover) giữa các dịch vụ và tăng tỷ lệ thành công chuyển giao giữa các dịch vụ, giảm năng lượng tiêu thụ của ăng ten các BSs phù hợp với tốc độ dữ liệu và chất lượng cung cấp dịch vụ.

Từ khóa: Ngữ cảnh thông tin; 5G; MIMO; chuyển giao; năng lượng tiêu thụ, ...

ABSTRACT

In the era of technology, the "green" information system is considered one of the research topics in the field of Communications and Information Technology, especially in the new generation mobile communication network. A "green" information system not only reduces power consumption at network nodes such as base stations (BSs), switches, and servers but also needs to save energy resources between services. The multi-input and multi-output information system (MIMO) is one of the promising candidate technologies for the 5th generation (5G) network in improving energy efficiency and shared resources. In this paper, we study and propose a handover scheme between services based on information context recognition such as transmit power, user device movement speed, traffic load, call admission control level, data type, etc. to optimize handover between services and increase the probability of success rate of handover between services, reduce the power consumption of BSs antennas consistent with data rates and other quality parameters services..

Keywords: Information context; 5G; MIMO; handover; energy consumption; ...

1. GIỚI THIỆU

1.1 Hệ thống thông tin MIMO

Kỹ thuật thông tin MIMO dựa trên việc sử dụng nhiều ăng ten ở máy phát và máy thu

để tăng tốc độ truyền thông tin, tăng độ tin cậy và giảm nhiễu so với kỹ thuật thông tin đơn ăng ten. Nhờ vào những lợi ích trên, MIMO đã được tích hợp vào nhiều họ tiêu chuẩn thông tin vô tuyến khác nhau như họ

tiêu chuẩn 3GPP LTE/LTE-Advanced cho mạng thông tin di động, họ tiêu chuẩn IEEE 802.11n cho mạng WiFi hay ad-hoc.

Gần đây, một dạng của kỹ thuật MIMO sử dụng rất nhiều ăng ten ở BSs đã được chấp nhận trong tiêu chuẩn 3GPP LTE-Advanced Pro (có thể coi là tiêu chuẩn của tổ chức 3GPP cho mạng 5G) [1] [2]. Đã có các đề xuất nghiên cứu cho việc tiết kiệm năng lượng như tiết kiệm công suất tiêu thụ của các BSs khi chia sẻ lưu lượng với các BSs lân cận, để giảm mức tiêu thụ năng lượng nên tắt BS khi không có tải lưu lượng hoặc lưu lượng thấp [3], lưu lượng của các BS bị tắt được quản lý bởi lưu lượng các BS lân cận hoặc các nghiên cứu về vòng đời dựa trên năng lượng khi phân tích các thiết bị ICT thông minh thế hệ 4G trong hệ thống UMTS [4]. Trong [5], một vùng tối được xác định, nơi tải lưu lượng của BSs thấp và do đó các BSs có thể tắt, chất lượng dịch vụ (QoS) của thiết bị người dùng được đảm bảo bằng cách kiểm soát công suất truyền của BS trong vùng tối. Trong [6], số lượng BS được tối ưu bằng cách bật và tắt trong một vùng tối theo các kịch bản khác nhau dựa trên các mẫu lưu lượng truy cập động. Tác giả trong [7] đã đề xuất phân cụm các BSs dựa trên khoảng cách giữa BSs bật hoặc tắt về lưu lượng truy cập trong mỗi cụm, trong giờ cao điểm, tất cả BSs được kích hoạt trước và sau đó tắt dần dựa trên trạng thái tải lưu lượng truy cập. Trong [8], khoảng cách giữa BSs và thiết bị người dùng được đo lường và tắt dựa trên thứ tự giảm dần của khoảng cách trung bình từ các UEs. Trong [9], tác giả sử dụng khoảng cách giữa BS và UE để kết hợp các UE với BS với tải lưu lượng, đặc biệt trong vùng tối, các BS được tắt mà không phải bù đắp chất lượng dịch vụ. Để giải quyết vấn đề lỗ hổng do tắt BS, số lượng BS được kích hoạt và kích thước cell được xác định, đồng thời giảm thiểu năng lượng tiêu thụ BS [10]. Trong [11], các tác giả đề xuất thuật toán tiết kiệm năng lượng bằng cách tắt BS lần lượt tăng dần theo thứ tự dự đoán và tác động mạng.

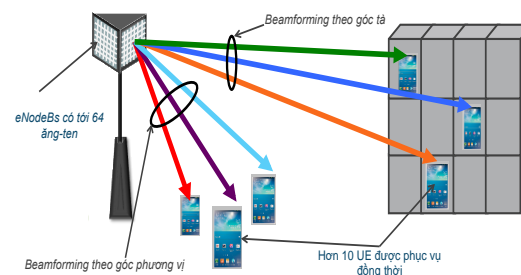
Trong bài báo này, chúng tôi xem xét kiến trúc mạng nhiều ăng ten không đồng nhất trong đó một cell macro quản lý các tín

hiệu điều khiển và lưu lượng dữ liệu, đề xuất một lưu đồ chuyển giao trong mặt phẳng được tối ưu hóa dựa trên ngữ cảnh thông tin như là công suất tín hiệu thu, tốc độ của UE, tải lưu lượng, mức điều khiển cuộc gọi, loại dữ liệu, thông tin... Cấu trúc của bài báo như sau: Phần I: Giới thiệu chung, và đề xuất phương pháp tối ưu hóa chuyển giao dựa vào ngữ cảnh thông tin, phần II, giới thiệu mô hình hệ thống, phần III phân tích tỷ lệ thành công chuyển giao và tiết kiệm năng lượng các BSs, mô phỏng và tính toán số liệu.

1.2 Phương pháp quyết định chuyển giao dựa vào ngữ cảnh thông tin

(a) Mô hình kênh không gian 3 chiều

Truyền dẫn MIMO dựa trên kỹ thuật tạo búp sóng số không gian ba chiều, yêu cầu việc ước lượng chính xác góc tà và góc phương vị của các sóng truyền lan giữa BS và UE. Thực tế, 3GPP đang có những nghiên cứu để xây dựng mô hình kênh vô tuyến 3 chiều này như trong [12], các phiên bản trước đây chỉ sử dụng kỹ thuật tạo búp sóng số trong không gian 2 chiều (2D beamforming) hay beamforming dựa trên góc phương vị, trong khi đó, MIMO sử dụng kỹ thuật tạo búp sóng số trong không gian 3 chiều (3D beamforming) hay beamforming dựa trên cả góc phương vị và cả góc tà



Hình 1. Cấu hình cơ bản của kỹ thuật MIMO trong 3GPP LTE-Advanced

Điều này cho phép hệ thống có thể hỗ trợ đồng thời nhiều UE hơn và tạo sự linh hoạt trong việc lập lịch các UE sẽ phục vụ tại một thời điểm nhất định

(b) Phương pháp đối sánh ngôn ngữ (Ontology Matching - OM)

Thuật ngữ Ontology bắt nguồn từ triết học, và thường được sử dụng như tên của

một lĩnh vực nghiên cứu về sự tồn tại tự nhiên, bằng cách xác định các vật thể tự nhiên và cách mô tả thực thể, chẳng hạn như quan sát thế giới thực, xác định các đối tượng và nhóm chúng lại thành các lớp trừu tượng dựa trên thuộc tính chung. Những năm trở lại đây, khi trí tuệ nhân tạo phát triển, ontology đã trở thành một thuật ngữ được biết đến nhiều trong lĩnh vực khoa học máy tính và có ý nghĩa khác xa so với nghĩa ban đầu của nó giúp con người và máy móc có thể hợp tác, cùng nhau làm việc, giúp máy có thể “hiểu” và có khả năng xử lý thông tin hiệu quả. Ontology cung cấp một bộ từ vựng dùng để mô tả một lĩnh vực nghĩa là một loại đối tượng hay khái niệm hiện hữu, cùng với các thuộc tính và quan hệ giữa chúng và lời đặc tả cho ngữ nghĩa trong từ vựng [13].

Các thành phần của Ontology

Các cá thể (Individuals): Là các thành phần cơ bản, nền tảng của một Ontology

Các lớp (Classes): Là các nhóm, tập hợp các đối tượng trừu tượng. Chúng có thể chứa các cá thể, các lớp khác, hay là sự phối hợp của cả hai.

Các thuộc tính (Properties): Các đối tượng có thể mô tả thông qua việc khai báo các thuộc tính, mỗi thuộc tính đều có tên và giá trị của nó, các thuộc tính được lưu trữ các thông tin mà đối tượng có thể có.

Các mối quan hệ (Relation): Thể hiện một thuộc tính có giá trị của đối tượng đó.

Ngôn ngữ OWL: là một ngôn ngữ gần như XML dùng để mô tả các hệ cơ sở tri thức, dùng đánh dấu xuất bản và chia sẻ dữ liệu thông qua những mô hình dữ liệu gọi là Ontology, OWL biểu diễn ý nghĩa của các thuật ngữ trong các từ vựng và mối liên hệ giữa các thuật ngữ này để đảm bảo phù hợp với quá trình xử lý bởi các phần mềm.

Quy trình đối sánh (Ontology Matching)

Bao gồm nhiều bước và là một quy trình lặp, hầu hết các phương pháp hiện nay, quy trình được chia thành các bước cơ bản, trật tự có thể khác nhau, hoặc một số bước trong quy trình có thể được sát nhập vào nhau

nhưng nhìn chung các phương pháp đều có cùng các thành phần cơ bản. Ta có thể chia quy trình có thể chia thành 6 bước cơ bản [13] [14] [15]:

Xây dựng các đặc trưng: Bước khởi đầu của quy trình OM sử dụng các giá trị đầu vào là các ontology và alignment, các đặc điểm chung của các thành phần của ontology đầu vào, sẽ phân loại chúng theo từng nhóm. Các nhóm thuộc tính này sẽ được sử dụng trong quá trình đối sánh ở các bước tiếp theo.

Tìm và lựa chọn cặp thực thể: Các alignment đầu vào, nếu có, sẽ được sử dụng đến. Dựa vào sự phân loại thuộc tính, ta sẽ chọn ra các cặp thực thể của hai ontology để thực hiện việc OM, việc chọn ra các cặp phù hợp, loại bỏ các cặp không phù hợp làm cho quá trình OM diễn ra nhanh hơn và kết quả chính xác, giảm thiểu độ dư thừa.

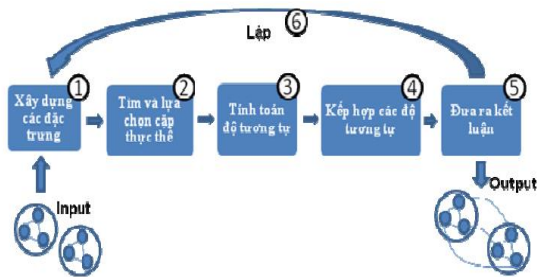
Tính toán độ tương tự: Độ tương tự là thước đo xác định sự giống nhau giữa hai thực thể cần OM. Việc tính toán giá trị này được thực hiện thông qua một tập các hàm tương tự, suy luận.

Kết hợp các độ tương tự: Dựa vào các giả thuyết đầu vào, sau khi tính toán độ tương tự ta có thể đưa ra kết quả OM giữa các ontology, có rất nhiều phương pháp để tính toán các độ tương tự cho ra các kết quả khác nhau. Do đó, việc kết hợp các kết quả này để cho ra kết luận đúng đắn nhất là rất quan trọng.

Đưa ra kết luận: Sau khi đã kết hợp được các độ tương tự và đưa ra kết quả cuối cùng, cần đưa ra kết luận dựa vào kết quả đó, hay nói cách khác là kết quả cần phải được thông dịch nhằm khẳng định hai thực thể của hai ontology có tương tự nhau hay không, để thực hiện điều này, hầu hết các hệ thống hiện nay đều sử dụng một giá trị ngưỡng nhất định, nếu kết quả cuối cùng lớn hơn giá trị ngưỡng này thì kết luận là hai thực thể tương tự nhau, ngược lại là không.

Quy trình lặp: Giúp cho việc đưa ra kết quả chính xác hơn, tránh bỏ sót và loại bỏ các trường hợp không phù hợp, tuy nhiên, để tránh sự lặp vô hạn, người ta thường đưa ra

các điều kiện để dừng vòng lặp, các điều kiện đó là quá trình lặp dừng sau một số bước nhất định và một thời gian nhất định, Các giá trị thay đổi vẫn không vượt quá ngưỡng, khi vòng lặp dừng lại, ta đưa ra kết quả cuối cùng. Các thông số được đề xuất để sử dụng trong việc chuyển giao dịch vụ giữa các nhà cung cấp dịch vụ bao gồm các điều kiện nút mạng, khả năng của các mạng khác nhau trong vùng lân cận của người sử dụng



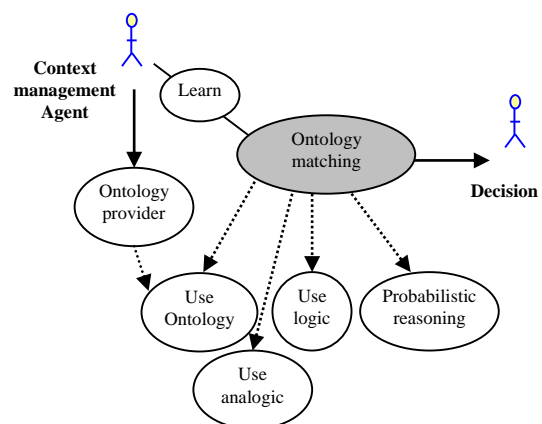
Hình 2. Quy trình Ontology Matching

(c) Chuyển giao dựa vào ngữ cảnh

Để tránh chuyển giao không liên tục giữa các dịch vụ, hay gọi là hiệu ứng ping-pong, các giá trị cửa sổ trung bình cũng được sử dụng logic để xử lý các thông số và quyết định xem có nên chuyển giao dịch vụ hay không. Chúng tôi đề xuất tập hợp suy luận logic mờ để đưa ra quyết định có chuyển giao dịch vụ hay không dựa trên các tham số quản lý chất lượng, mỗi tập hợp mờ sẽ có các giá trị thấp (L range), trung bình (M range) hoặc cao (H range), đều nằm ở mức giá trị giữa "0" hoặc "1", các giá trị này sẽ được nhờ bộ suy luận hoặc suy diễn tương quan liên hệ và ra quyết định dựa trên một bộ quy tắc mờ được áp dụng để xác định ngữ cảnh chuyển giao dịch vụ giữa các BSs nên xảy ra vào thời nào. Có hai khả năng xảy ra: chuyển giao dịch vụ (HO) hoặc không chuyển giao (NOHO). Ví dụ quy tắc suy diễn mờ cho các trường hợp chuyển giao và không chuyển giao như sau: *IF (BLER = Medium) AND (NHO = Low) VÀ (TAT = Medium) VÀ (COST = Low) THEN HO; IF (BLER = Medium) AND (NHO = cao) VÀ (TAT = Low) VÀ (COST = cao) THEN NOHO*

Trong bài báo này, một UE định kỳ kiểm tra các thông số dịch vụ để đảm bảo chất lượng thông tin hiện tại (QoS) của các ăng

ten truy nhập (AN) hiện tại và AN lân cận, ưu tiên UE được kết nối với BSs sẵn sàng có QoS đảm bảo và tìm kiếm danh sách cell đích chuyển giao nếu các thông số ngữ cảnh của AN hiện tại có liên quan nhỏ hơn ngưỡng xác định trước và được định nghĩa trước. Sau đó, liệt kê các danh sách các AN có thể chuyển giao, quyết định chuyển giao giữa các cell dựa vào ngữ cảnh thông tin, các thông số ngữ cảnh được quan tâm như là: công suất truyền dẫn (RSS), tỷ lệ lỗi bit (BER), vùng phủ sóng (Coverage), tốc độ thông tin (SP), vận tốc di chuyển (VL).

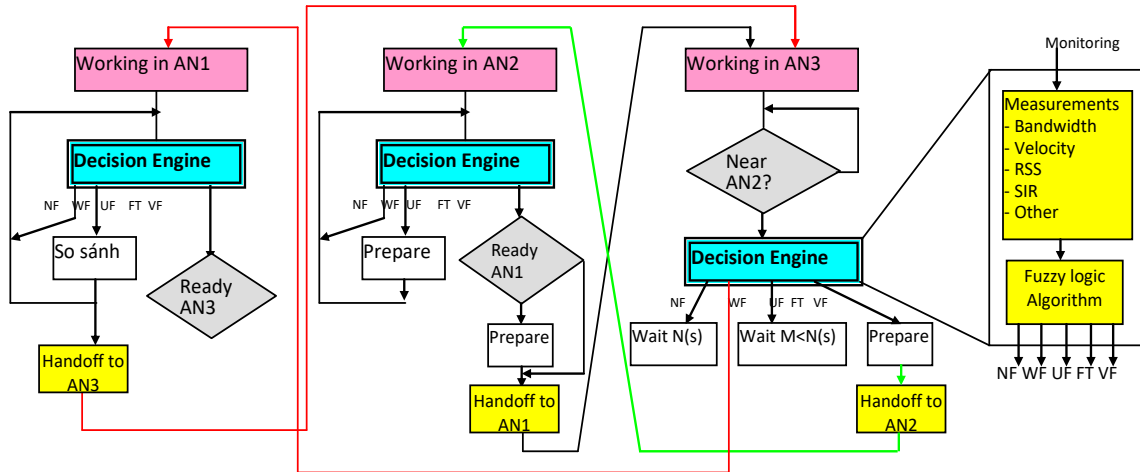


Hình 3. Nguyên lý đối sánh ngôn ngữ OM

2. MÔ HÌNH HỆ THỐNG

Trong hệ thống nhiều ăng ten MIMO, mỗi trạm gốc có hàng trăm ăngten, mỗi ăngten dùng công suất rất nhỏ (mW), điều này chứng tỏ công suất phát sẽ không thay đổi nhiều thậm chí là không đổi hoặc nhỏ hơn đảm bảo cho hệ thống hoạt động với hiệu quả năng lượng tốt nhất. Tuy nhiên, có một vài trường hợp truyền dẫn phức tạp sẽ làm cho hiệu quả năng lượng trong thực tế không đạt được như trong lý thuyết, do đó, khi thiết kế triển khai hệ thống MIMO sẽ cắt bỏ một số thành phần công kênh để làm giảm chi phí và tiết kiệm điện năng tiêu thụ

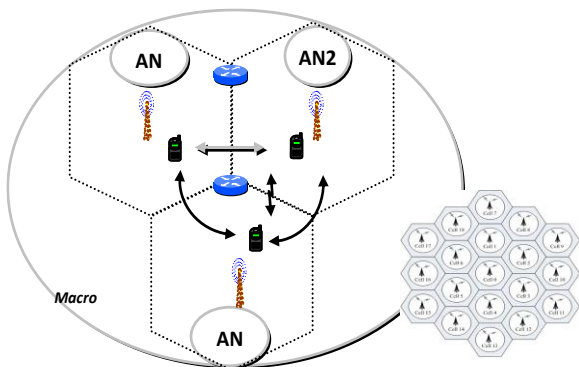
Chúng tôi dựa vào các giả định và nghiên cứu lý thuyết kiến trúc mạng không đồng nhất [16] với một cell macro có lớp phủ các cell nhỏ chồng lên nhau, nơi các cell nhỏ tập trung tại một vài khu vực nóng và lưu ý rằng để đơn giản hơn cho việc nghiên cứu chỉ một cell macro duy nhất được giả định trong bài viết này, tính di động của một UE tuân theo một



Hình 4. Lưu đồ chuyển giao giữa các AN

mô hình chuyển động ngẫu nhiên, và được giả định di chuyển trong các tế bào nhỏ tại các BSs. Tốc độ của một UE tuân theo sự phân bố đồng đều, lưu lượng dữ liệu được tạo tại UE được xác định là lưu lượng dữ liệu tốc độ thấp hoặc lưu lượng dữ liệu tốc độ cao dựa trên giá trị giải định thiết lập trước.

Chúng tôi giả định kiến trúc mạng không đồng nhất với một cell macro có lớp phủ các cell nhỏ chồng lên nhau, nơi các cell nhỏ tập trung tại một vài khu vực nóng và lưu ý rằng để đơn giản hơn cho việc nghiên cứu chỉ một cell macro duy nhất được giả định trong bài viết này, tính di động của một UE tuân theo một mô hình chuyển động ngẫu nhiên, và được giả định di chuyển trong các tế bào nhỏ tại các BSs. Tốc độ của một UE tuân theo sự phân bố đồng đều, lưu lượng dữ liệu được tạo tại UE được xác định là lưu lượng dữ liệu tốc độ thấp hoặc lưu lượng dữ liệu tốc độ cao dựa trên giá trị giải định thiết lập trước.



Hình 5. Hệ thống MIMO đa người dùng cỡ lớn (Macro) và cấu trúc tế bào nhỏ (micro)

Giả thuyết 1: Điều kiện thâm nhập cuộc gọi được kiểm tra đối với các AN trong danh sách AN có thể được chuyển giao định nghĩa bằng công thức (1):

$$C' + C_{req} \leq TH_{HO} \times C \quad (1)$$

Trong đó C' là năng lực yêu cầu của UE đang hoạt động, C_{req} là công suất yêu cầu của một cuộc gọi chuyển giao, C là năng lực tổng, TH_{HO} là tỷ lệ năng lực AN dự trữ cho cuộc gọi chuyển giao. Nếu điều kiện của (1) không thỏa mãn tại một AN thì bị loại khỏi danh sách AN có thể chuyển giao

Mức điều khiển thâm nhập định nghĩa trong (2):

$$C_{B_{target-BS,k}} = \begin{cases} 1, & \text{nếu } C' + C_{req} \leq TH_{HO} \times C \\ 0, & \text{nếu khác} \end{cases} \quad (2)$$

Bảng 1. Một số ký hiệu viết tắt [16]

B_{Mm}	Tế bào macro BSm
B_{Ss}	Tế bào nhỏ BSs
U_k	Thiết bị người dùng k
W_{Mm}	Trạng thái của cell macro
W_{Ss}	Trạng thái của cell nhỏ
$a_{Mm,k}$	Trạng thái dịch vụ của u_k trong cell macro
$a_{Ss,k}$	Trạng thái dịch vụ của u_k trong một cell nhỏ
d_k	Sự tồn tại của dịch vụ yêu cầu
r_k	dữ liệu theo yêu cầu của u_k
v_k	Tốc độ của u_k
$D_{cell_{load-BStarget-BS,k}}$	Tải lưu lượng truy cập của cell đích
$B_{target_m,k}$	Cell macro đích BSm của UE k
$B_{target_s,k}$	Cell mục tiêu nhỏ BS của UE k

$B_{serv_m,k}$	Cell macro phục vụ BSm của UE k
$B_{serv_s,k}$	Cell micro phục vụ BSs của UE k
B_{avail_Mm}	Tập hợp các cell macro có sẵn BSs
B_{avail_Ss}	Tập hợp các cell nhỏ có sẵn BSs

Giả thuyết 2: Tính khả dụng của dịch vụ thông tin tại AN được kiểm tra thông qua trạng thái của AN và phân loại thành tắt hoặc bật được định nghĩa theo công thức (3) và (4):

$$W_{Ss} = \begin{cases} 1, & \text{nếu } B_{B_{Si}} \text{ bật} \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (3)$$

$$a_{Ss,k} = \begin{cases} 1 & \text{nếu } u_k \text{ phục vụ } B_{Ss} \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (4)$$

Tải lưu lượng của một cell macro và một cell nhỏ được định nghĩa như trong (5):

$$D_{Cell_{load}} = \begin{cases} 1, & \text{nếu mức cao} \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (5)$$

Giả thuyết 3: Sự tồn tại của dịch vụ dữ liệu yêu cầu bởi UE k, kiểu dữ liệu của UE k, và tốc độ của UE k được định nghĩa trong phương trình (6) - (8):

$$d_k = \begin{cases} 1, & \text{nếu có dịch vụ} \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (6)$$

$$r_k = \begin{cases} 1, & \text{nếu tốc độ cao} \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (7)$$

$$v_k = \begin{cases} 1, & \text{nếu vận tốc cao} \\ 0, & \text{khác} \end{cases} \quad (8)$$

Để xem xét các tham số RSS và Vận tốc di chuyển VL của AN, Các sự kiện chuyển giao thỏa mãn các điều kiện được định nghĩa trong phương trình (9)

RSS - cường độ tín hiệu thu được tại các AN tính theo giá trị ngưỡng và có khả năng đo RSS của các AN gần nhau.

VL- vận tốc di chuyển của thiết bị tính theo giá trị cực tiểu và cực đại ảnh hưởng đến quá trình chuyển giao dịch vụ và được giả định là không tính đến kênh fading đa đường

$$Case_{Bserv_BS,k} = \begin{cases} 1, & \text{nếu RSS thỏa mãn} \\ 0, & \text{nếu khác} \end{cases} \quad (9)$$

$$Case_{Btarget_BS,k} = \begin{cases} 1, & \text{nếu VL thỏa mãn} \\ 0, & \text{nếu khác} \end{cases}$$

Xem xét tất cả các phương trình trước đó, việc chuyển giao có thể được định nghĩa như trong phương trình (10):

$$HO_{case} = \sum_{B_{avail_{BS}=1}}^{Số\ BS_s\ bật} \sum_{k=1}^{BS_{sererd}} d_{dk} \times a_{BS,k} \quad (10)$$

Các trường hợp chuyển giao được xem xét và đề xuất như sau: Chuyển giao dịch vụ từ một cell macro hiện tại sang một cell macro khác, chuyển giao dịch vụ từ một cell macro hiện tại sang một cell micro khác, Chuyển giao dịch vụ từ một cell micro hiện tại sang một cell macro khác, chuyển giao dịch vụ từ một cell micro hiện tại sang một cell micro khác. Tổng số chuyển giao được định nghĩa như trong phương trình (11):

$$HO_{total} = \sum_{k=1}^n A_k HO_{casen} \quad (11)$$

Dựa trên số lượng handover, chúng tôi có được tổng mức tiêu thụ năng lượng của một tế bào macro BS và một tế bào nhỏ BS phục vụ với lưu lượng dữ liệu tốc độ thấp và UE với lưu lượng dữ liệu tốc độ cao, tương ứng

Sau đó, tổng mức tiêu thụ năng lượng của các BS trong mạng được xem xét công thức (12):

$$P_{BS} = \sum_{k=1}^{Số\ BS_s} P_{BS,k} \quad (12)$$

Cuối cùng là vấn đề tối ưu hóa được đề xuất để giảm thiểu số lượng handovers được xây dựng như trong phương trình (13):

$$\begin{aligned} \min \quad & HO_{total} \\ \text{S, t} \quad & a_{m,k} \leq w_{Mm} \\ & a_{n,k} \leq w_{Ss} \\ & r_k \leq d_k \\ & \sum_{n=1}^{BS_s} a_{n,k} \leq 1 \\ & w_{Mm}, w_{Ss} \leq 1 \\ & 1 \leq k \leq NumUE_s, 1 \leq n \leq numBS_s \end{aligned} \quad (13)$$

Ngoài ra, tiêu thụ điện năng có thể có của một tế bào micro được định nghĩa trong phương trình (14):

$$P_{Micro} = W_{Mm} \times (P_{Micro}^{static} + P_n) \times D_{Cell_{load_BS_{target_BS,k}}} \quad (14)$$

Tổng mức tiêu thụ năng lượng được định nghĩa như trong phương trình (15):

$$P_{total} = \sum_{Ss=1}^{Số\ BS_s} P(S_s)_{total} \quad (15)$$

3. CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ MÔ PHỎNG

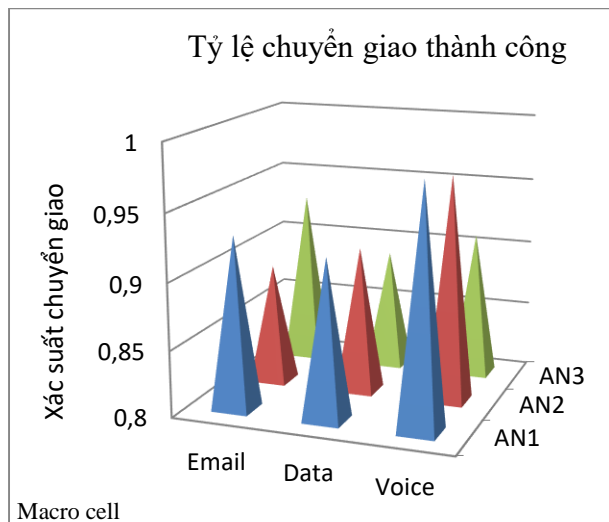
Trong phần này, chúng tôi phát triển mô phỏng trên JAVA và Protégé 2016 và các tham số được sử dụng trong mô phỏng này được liệt kê trong bảng 2. Chúng tôi giả định hai khu vực điểm nóng và mỗi khu vực điểm nóng triển khai một cách ngẫu nhiên 20 cell nhỏ, 10 tế bào nhỏ được triển khai ngẫu nhiên bên ngoài khu vực điểm nóng. 80% số UE là phân bố ngẫu nhiên trong phạm vi 40 cell nhỏ trong vùng đăng ký và 20% UE còn lại là phân bố ngẫu nhiên. Các dịch vụ chuyển giao giữa các ăng ten là: Thoại, số liệu data và email.

Bảng 2. Các giá trị tham số mô phỏng

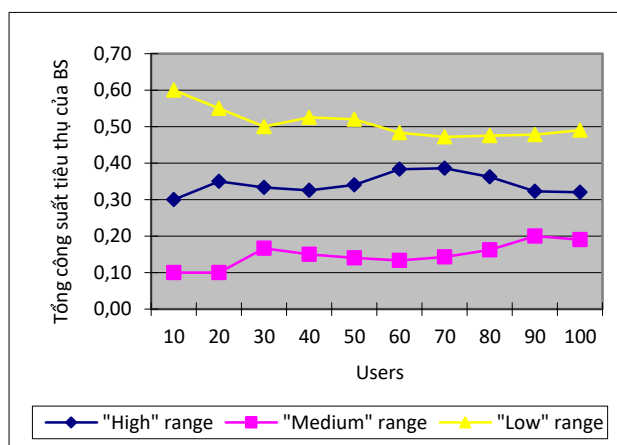
Số lượng cell nhỏ: 50, Số lượng UEs: 250
Bán kính của cell macro: 1000 m
Bán kính của cell micro: 50 m
Công suất truyền trong cell macro: 46 dBm
Công suất thu được RSS_{th} : -13.98 dBm
P_{Macro_static} : 780 W, P_{Small_static} : 21.6 W
P_{Macro_linear} : 540 W, P_{Small_linear} : 5.4W
Dung lượng cell macro: 500
Dung lượng cell micro: 25
C_{req_low} : 0.05 trong cell micro: 25 dBm
C_{req_high} : 1, THHO: 0.7
Dữ liệu tốc độ cao: 0.5
VL_threshold: 50 km/h, v_max: 100 km/h
L_threshold: 0.1

Kết quả cho thấy tỷ lệ chuyển giao thành công giữa các dịch vụ dựa vào ngữ cảnh thông tin trong các cell macro tăng lên và tổng mức công suất tiêu thụ năng lượng giảm khi chuyển giao, kết quả thành công là khoảng 90% chuyển giao thành công trong dịch vụ email, 88% trong các dịch vụ data và khoảng 95% trong dịch vụ voice, hầu hết các trường hợp ngắt kết nối liên mạng (drop) đã phát hiện và làm giảm hiện tượng hiệu ứng ping-pong trong khi chuyển giao giữa các dịch vụ giữa các ăng ten.

Với cơ sở ứng dụng là các ontology, các dữ liệu đã được ngữ nghĩa hóa để có thể “hiểu được” bởi máy tính, giúp ích rất nhiều trong các lĩnh vực cần sự truy xuất, trao đổi thông tin một cách chính xác và tự động, trong đó có lĩnh vực tiết kiệm năng lượng và cải thiện hiệu năng hệ thống nhiều ăng ten.



Hình 6. Tỷ lệ chuyển giao thành công



Hình 7. Tổng công suất tiêu thụ chuyển giao dịch vụ

4. KẾT LUẬN

Phương pháp quyết định trong bài báo dựa vào ngữ cảnh thông tin không những nhằm cải tiến các thuật toán OM đã có mà tập trung vào việc đưa ra một sự quyết định chọn lựa chuyển giao thông minh để tăng tỷ lệ thành công và tiết kiệm năng lượng tiêu thụ trong hệ thống. Từ những phân tích trên có thể thấy rằng hệ thống sử dụng nhiều ăng ten cỡ lớn có một triển vọng rất lớn trong phát triển hệ thống mạng viễn thông tương lai, có ý nghĩa về mặt kinh tế, xã hội, thân thiện môi trường và người sử dụng. Trên cơ sở nội dung đã thực hiện chúng tôi tiếp tục đề xuất nghiên cứu hiệu quả năng lượng trong hệ thống MIMO cỡ rất lớn đa người dùng đa cell với mô hình kênh phức tạp hơn, các tham số chất lượng quy mô và dải tham số rộng hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] 3GPP Technical Report, “Study on elevation beamforming/Full-Dimension (FD) Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) for LTE (Release 13),” 3GPP TR 36.897, v13.0.0, available online at <http://www.3gpp.org/dynareport/36897.htm>, 2015.
- [2] G. Xu, “FD-MIMO and 3D beamforming for 5G”, Samsung Research America, Dallas, 2015.
- [3] Hasan, Z.; Boostanimehr, H.; Bhargava, V.K. Green cellular networks: A survey, some research issues and challenges. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2011, 13, 524–540.
- [4] Aleksic, S. Energy, entropy, and exergy in communication networks. *Entropy* 2013, 15, 4484–4503. Chiaraviglio, L.; Ciullo, D.; Meo, M.; Marsan, M.A. Energy-aware UMTS access networks. In *Proceedings of the International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*, Lapland, Finland, 8–11 September 2018; p. 105.
- [5] Marsan, M.A.; Chiaraviglio, L.; Ciullo, D.; Meo, M. Optimal energy savings in cellular access networks. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Communications Workshops (ICCW)*, Dresden, Germany, 14–18 June 2011.
- [6] Peng, C.; Lee, S.B.; Lu, S.; Luo, H. GreenBSN: Enabling energy-proportional cellular base station network. *IEEE Trans. Mob. Comput.* 2014, 13, 2537–2551.
- [7] Bousia, A.; Kartsakli, E.; Alonso, L.; Verikoukis, C. Dynamic energy efficient distance-aware base station switch On/Off scheme for LTE-advanced. In *Proceedings of the IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, Anaheim, CA, USA, 3–7 December 2012; pp. 1532–1537.
- [8] Bousia, A.; Antonopoulos, A.; Alonso, L.; Verikoukis, C. “Green” distance-aware base station sleeping algorithm in LTE-Advanced. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Ottawa, ON, Canada, 10–15 June 2012; pp. 1347–1351.
- [9] Chang, C.Y.; Liao, W.; Shiu, D. On the coverage preservation problem in green cellular networks. In *Proceedings of the IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, Anaheim, CA, USA, 3–7 December 2012; pp. 3496–3501.
- [10] Oh, E.; Son, K.; Krishnamachari, B. Dynamic base station switching-On/Off strategies for green cellular networks. *IEEE Trans. Wirel. Commun.* 2013, 12, 2126–2136.
- [11] 3GPP Technical Report, “Study on 3D channel model for LTE,” 3GPP TR 36.73, v12.2.0, available online at <http://www.3gpp.org/dynareport/36873.htm>, 2015.
- [12] Erome, David Loup, Mohamed Touzami, perk Valtchev, *Ontology Matching with OLA*, 2011
- [13] Huỳnh Thị Kim Ngân, Đại học Huế “*Nghiên cứu phương pháp module hóa ontology trong biểu diễn tri thức*”. Mã số: 60.48.01, 2012.
- [14] Artem Chebotko, Shiyong Lu, Farshad Fotouhi. *Challenges for Information Systems Towards The Semantic Web*, Department of Computer Science, 2011.
- [15] Dong Yeong Seo 1 and Yun Won Chung 2,* 1 Department of Information and Telecommunication Engineering, Graduate School, Soongsil University, *Modeling and Performance Evaluation of a Context Information-Based Optimized Handover Scheme in 5G Networks*, Received: 10 May 2017; Accepted: 22 June 2017; Published: 3 July 2017

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Nguyễn Thị Thanh Hương
 Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông
 Email: huong0312@gmail.com