

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

NGUYỄN ĐỨC KIÊN

**CƠ CHẾ QUẢN LÝ CHUYỂN GIAO KẾT NỐI
TRONG MẠNG LTE NỀN TẢNG FEMTOCELL**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ - TRUYỀN THÔNG**

HÀ NỘI - 2016

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

NGUYỄN ĐỨC KIÊN

**CƠ CHẾ QUẢN LÝ CHUYỂN GIAO KẾT NỐI
TRONG MẠNG LTE NỀN TẢNG FEMTOCELL**

Ngành: Công nghệ Kỹ thuật điện tử, Truyền thông
Chuyên ngành: Kỹ thuật điện tử
Mã số: 60520203

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ - TRUYỀN THÔNG**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. NGUYỄN NAM HOÀNG

HÀ NỘI - 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận văn tốt nghiệp “*Cơ chế quản lý chuyển giao kết nối trong mạng LTE nền tảng Femtocell*” là công trình nghiên cứu khoa học của riêng tôi được thực hiện dưới sự hướng dẫn của TS. Nguyễn Nam Hoàng. Luận văn tốt nghiệp là kết quả của quá trình nghiên cứu độc lập, không sao chép công trình nghiên cứu của bất kỳ ai khác. Các số liệu trong luận văn được sử dụng trung thực, trích dẫn từ những nguồn hợp pháp và đáng tin cậy.

Hà Nội, ngày 12 tháng 07 năm 2016

Người thực hiện

Nguyễn Đức Kiên

MỤC LỤC

Chương 1. Tổng quan về mạng di động 4G LTE và mạng di động LTE - Femtocell ..1	
1.1. Tổng quan về mạng di động 4G LTE	1
1.1.1. Tổng quan về hệ thống thông tin di động 4G	1
1.1.2. Các kỹ thuật sử dụng trong hệ thống thông tin di động 4G LTE.....	1
1.1.3. Các ứng dụng	2
1.1.4. Hiệu năng hệ thống	2
1.2. Tổng quan về mạng di động LTE - Femtocell.....	3
1.2.1. Tổng quan.....	3
1.2.2. Những động lực cho mạng di động LTE - Femtocell	4
1.2.3. Tổng quan về Femtocell.....	7
1.2.4. Tổng quan về kiến trúc mạng di động LTE - Femtocell	12
Chương 2. Quản lý di động và các phương pháp quản lý chuyển giao	18
2.1. Những công trình nghiên cứu liên quan	18
2.2. Tổng quan về chuyển giao trong hệ thống mạng LTE - Femtocell	19
2.2.1. Tổng quan quản lý chuyển giao	19
2.2.2. Phân loại quản lý chuyển giao trong hệ thống mạng femtocell	22
2.2.3. Các điều kiện dùng để thực hiện quá trình chuyển giao	24
2.2.4. Phân loại các thuật toán quyết định chuyển giao	26
2.3. Quản lý nhiễu xuyên kênh trong hệ thống mạng LTE - Femtocell	29
2.3.1. Quản lý nhiễu xuyên kênh ở đường lên	29
2.3.2. Quản lý nhiễu xuyên kênh ở đường xuống	30
2.4. Các cơ chế quyết định chuyển giao trong hệ thống mạng LTE - Femtocell ...	31
2.4.1. Cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu (Power-based scheme) [21]	31
2.4.2. Cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển của người dùng (Velocity-based scheme) [27].....	34
2.4.3. Cơ chế quyết định chuyển giao mới (New handover decision scheme) ...	38
Chương 3. Mô phỏng và phân tích kết quả mô phỏng.....	42
3.1. Mô hình tính toán mất mát đường truyền chuẩn.....	42
3.2. Phương pháp tính toán SINR cho UE	43
3.3. Mô phỏng và phân tích kết quả.....	46
Chương 4. KẾT LUẬN	53

4.1. Kết luận	53
4.2. Công việc trong tương lai	54
Chương 5. DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	55

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. So sánh công nghệ giữa Femtocell và Macrocell	11
Bảng 1.2. So sánh công nghệ giữa Femtocell và WLAN.....	12
Bảng 1.3. So sánh công nghệ giữa mạng di động 3G, 4G và 5G.....	14
Bảng 3.1. Các mô hình mất mát đường truyền được chuẩn hóa theo ITU.....	42
Bảng 3.2. Bảng tóm tắt các thông số mô phỏng.....	48

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Sự tiến hóa công nghệ của hệ thống mạng di động không dây [4]	5
Hình 1.2. Thiết bị femtocell [6]	8
Hình 1.3. Mô hình triển khai các thiết bị femtocell [7]	9
Hình 1.4. Những ứng dụng dịch vụ của femtocell [5]	11
Hình 1.5. Kiến trúc E-UTRAN với các femtocell [9]	13
Hình 1.6. Kiến trúc mạng LTE - Femtocell với HeNB-GW [12]	14
Hình 2.1. Điểm chuyển giao dựa theo cường độ tín hiệu [19]	20
Hình 2.2. Sơ đồ luồng bản tin của quá trình chuyển giao [20]	22
Hình 2.3. Các hình thức chuyển giao trong mạng di động femtocell	23
Hình 2.4. Quản lý nhiều xuyên kênh ở đường lên	29
Hình 2.5. Quản lý nhiều xuyên kênh ở đường xuống	30
Hình 2.6. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell theo cơ chế Power-based scheme	31
Hình 2.7. Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell theo cơ chế Power-based scheme	33
Hình 2.8. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell theo cơ chế Velocity-based scheme	34
Hình 2.9. Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell theo cơ chế Velocity-based scheme	36
Hình 2.10. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell theo cơ chế mới	38
Hình 2.11. Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell theo cơ chế mới	40
Hình 3.1. Mô hình tính toán SINR cho UE	44
Hình 3.2. Mô hình mạng di động tế bào 7-cell	46
Hình 3.3. Số lượng trạm FAP trong mỗi MBS là 20	49
Hình 3.4. Số lượng người dùng MU tối đa trong mỗi MBS là 50	51

DANH MỤC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

C	
CSG: Closed Subscriber Group	Nhóm người dùng đóng
CFAP: Cognitive Femtocell Access Point	Điểm truy cập femtocell có nhận thức
CINR: Carrier to Interference plus Noise Ratio	Tỷ số sóng mang trên tổng nhiễu xuyên kênh cộng nhiễu ồn
D	
DSL: Digital Subscriber Line	Kênh thuê bao số
F	
FAP: Femtocell Access Point	Điểm truy cập thứ cấp
FU: Femtocell User	Người dùng thứ cấp
H	
HSPA: High Speed Packet Access	Truy cập gói tốc độ cao
HSS: Home Subscriber Server	Máy chủ người dùng trong nhà
HNB: Home Node B	Trạm truy cập ngoài trời
HeNB: Home eNode B	Trạm truy cập trong nhà
I	
ITU-R: International Telecommunications Union-Radio	Tổ chức hệ thống sóng vô tuyến truyền thông quốc tế
IMT-Advanced: International Mobile Telecommunications-Advanced	Chuẩn kỹ thuật truyền thông di động quốc tế nâng cao

ISP: Internet Service Provider	Nhà cung cấp dịch vụ mạng internet
E	
E-UTRAN: Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network	Hệ thống mạng truy cập vô tuyến mặt đất
M	
MIMO System: Multiple Input and Multiple Output System	Hệ thống có nhiều đầu vào, nhiều đầu ra
MBMS: Multimedia Broadcast Multicast Services	Dịch vụ truyền thông đa phương tiện
MME: Mobility Management Entity	Thực thể quản lý di động
MBS: Macrocell Base Station	Trạm cơ sở vĩ mô
MU: Macrocell User	Người dùng thứ cấp
O	
OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access	Đa truy cập phân chia theo tần số trực giao
Q	
QoS: Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
R	
RSSI: Received Signall Strength Indicator	Chỉ số cường độ tín hiệu nhận được
RSS: Received Signal Strength	Cường độ tín hiệu nhận được
RIP: Received Interference Power	Công suất nhiễu xuyên kênh nhận được

S	
SC-FDMA: Single Carrier Frequency Division Multiple Access	Đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang
SMS: Short Message Service	Dịch vụ tin nhắn
S-GW: Serving Gateway	Cổng phục vụ
SINR: Singal to Interference plus Noise Ratio	Tỷ số tín hiệu trên tổng nhiễu xuyên kênh cộng nhiễu ồn
U	
UMTS: Universal Mobile Telecommunications System	Hệ thống viễn thông di động toàn cầu
UE: User Equipment	Người dùng di động
UPCM: UE Power Consumption Minimisation	Tối ưu công suất tiêu thụ của người dùng
W	
W-CDMA: Wideband Code Division Multie Access	Đa truy cập phân chia theo mã băng rộng
WWAN: Wireless Wide Area Network	Mạng mở rộng không dây
WLAN: Wireless Local Area Network	Mạng cục bộ không dây

Chương 1. Tổng quan về mạng di động 4G LTE và mạng di động LTE - Femtocell

1.1. Tổng quan về mạng di động 4G LTE

1.1.1. Tổng quan về hệ thống thông tin di động 4G

Tiếp nối thành công của hệ thống truyền thông di động thế hệ thứ 3, nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới đã tập trung nghiên cứu về hệ thống truyền thông di động thế hệ thứ 4 (4G), và gần đây hệ thống 4G đã được triển khai trên nhiều quốc gia. Hệ thống 4G cung cấp dịch vụ truy cập internet băng siêu rộng có thể hỗ trợ nhiều ứng dụng cho điện thoại di động thông minh, thiết bị di động, máy tính xách tay, hay những thiết bị sử dụng internet khác. Hệ thống 4G đưa ra các ứng dụng dịch vụ như truy cập internet tốc độ cao di động, cuộc gọi thoại trên nền IP, trò chơi, xem tivi chuẩn chất lượng cao, cuộc họp truyền hình [1].

Tổ chức hệ thống sóng vô tuyến truyền thông quốc tế (ITU-R) đã chuẩn hóa các yêu cầu cho chuẩn công nghệ hệ thống 4G với tên gọi chuẩn kỹ thuật truyền thông di động quốc tế nâng cao (IMT-Advanced). Chuẩn kỹ thuật này đưa ra yêu cầu về tốc độ truyền dữ liệu cho các dịch vụ 4G ở 100 megabits trên một giây (Mbit/s) cho truyền thông di động với tốc độ cao, và 1 gigabit trên một giây (Gbit/s) cho truyền thông di động với tốc độ thấp [1].

1.1.2. Các kỹ thuật sử dụng trong hệ thống thông tin di động 4G LTE

Để đáp ứng được những yêu cầu cho hệ thống 4G, những tiến bộ trong công nghệ vô tuyến di động đã được nghiên cứu và triển khai. Các công nghệ điển hình như:

- OFDMA-based: Không giống như hệ thống 3G UMTS dựa vào công nghệ đa truy cập phân chia theo mã băng rộng (W-CDMA), hệ thống 4G LTE sử dụng công nghệ truy đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA) [2]. Ở đường xuống, khi sử dụng cơ chế truyền dẫn dựa vào công nghệ OFDMA và các công nghệ đa truy cập, hệ thống 4G LTE có thể cung cấp tốc độ truyền dẫn cao, dung lượng hệ thống lớn, và tối ưu nguồn tài nguyên phổ.
- Một công nghệ mới dựa vào công nghệ OFDMA được áp dụng cho đường lên là công nghệ đa truy cập phân chia theo tần số với các sóng mang đơn (SC-FDMA). Công nghệ SC-FDMA cho phép tín hiệu hoạt động được ở tỷ số đỉnh đỉnh thấp (peak-to-average ratio), nhờ đó mà có thể tăng được thời gian sử dụng pin của các thiết bị người dùng [2].
- Các phương pháp điều chế linh hoạt: các phương pháp điều chế sử dụng cho đường xuống như: QPSK, 16QAM, và 64QAM, các phương pháp điều chế sử dụng cho đường lên như: BPSK, QPSK, 8PSK, và 16QAM [2].
- MIMO: ở thời điểm hiện tại, LTE đã đưa ra chuẩn tốc độ 100Mbps cho đường tải xuống và 50Mbps cho đường tải lên với mỗi dải phổ 20MHz. Tốc độ mà

LTE hỗ trợ còn có thể đạt cao hơn (326,4Mbps cho đường tải xuống) khi sử dụng công nghệ đa antenna [2]. LTE hỗ trợ hệ thống antenna cho MIMO đơn người dùng (SU-MIMO) và MIMO đa người dùng (MU-MIMO) tối đa lên tới 4x4 MIMO.

- Hiệu suất phổ: LTE cũng đưa ra chuẩn có thể mở rộng băng thông tần số từ 1.4MHz đến 20MHz cho cả đường lên và đường xuống, với độ rộng của khoảng bảo vệ là 15kHz và 7.5kHz cho dịch vụ truyền quảng bá đa phương tiện (MBMS) [2].
- Các mô hình FDD và TDD: để hỗ trợ cho việc cấp phát băng tần số nhiều nhất có thể, thì các kỹ thuật truyền song công phân chia tần số FDD và truyền song công phân chia thời gian TDD được triển khai tương ứng trên các dải phổ mà nhà mạng phải trả phí và không phải trả phí [2].
- Hoạt động hiệu quả với những hệ thống hiện tại: hệ thống LTE được thiết kế để hỗ trợ gọi thoại và dịch vụ dữ liệu trong miền chuyển mạch gói, do đó để hoạt động tốt với các hệ thống hiện tại như 3GPP HSPA, W-CDMA UMTS, và GSM/GPRS/EDGE thì hệ thống LTE đưa ra hệ thống hỗ trợ cho việc chuyển giao giữa các miền chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói [2].

1.1.3. Các ứng dụng

Hệ thống di động 4G bao gồm rất nhiều dịch vụ nâng cao của hệ thống di động 3G. Tuy nhiên hệ thống 4G còn có thể đưa ra tốc độ truyền dữ liệu cao hơn nhiều so với hệ thống 3G, do đó có thể cung cấp nhiều ứng dụng yêu cầu tốc độ cao và nâng cao trải nghiệm người dùng trong khi chỉ cần kết nối qua một đơn sóng mang [3]. Các ứng dụng của hệ thống 4G có thể kể đến như: duyệt email tốc độ cao, các dịch vụ tương tác người dùng thời gian thực, cuộc họp truyền hình với nhiều người, các dịch vụ dựa vào vị trí người dùng, chăm sóc trực tuyến, xem tivi chuẩn chất lượng cao, các trò chơi truyền hình tương tác, ...vv [3].

1.1.4. Hiệu năng hệ thống

Chuẩn kỹ thuật truyền thông di động quốc tế nâng cao (IMT-Advanced) yêu cầu hệ thống 4G đạt các chuẩn kỹ thuật sau: mạng chuyển mạch gói giao thức IP, tốc độ truyền dữ liệu lên tới 100Mbps trong điều kiện di chuyển cao và lên tới 1Gbps trong điều kiện di chuyển thấp hoặc cố định, tối ưu và chia sẻ nguồn tài của hệ thống, các dịch vụ chất lượng cao, phổ tần số tối ưu, ...vv [3].

1.2. Tổng quan về mạng di động LTE - Femtocell

1.2.1. Tổng quan

Chúng ta đang sống trong một thế giới thay đổi công nghệ rất nhanh. Mỗi ngày trôi qua chúng ta lại tạo ra một khối lượng thông tin khổng lồ. Người dùng muốn liên lạc với những người dùng khác mọi lúc, mọi nơi và bằng bất nhiều hình thức đa phương tiện khác nhau như: tin nhắn, email, gọi điện hay video. Người dùng muốn chia sẻ những khoảnh khắc cuộc sống, các ý tưởng hay các mẫu thông tin với những người bạn thông qua các trang mạng xã hội, và người dùng sử dụng chính những thiết bị di động của họ để tạo ra những thông tin đó. Hay nói cách khác, sự truy cập internet di động đang tăng nhanh chóng theo những thiết bị có thể truy cập internet, sâu xa hơn chính là sự tăng nhanh chóng người dùng di động. Sự thật rằng, nền công nghiệp không dây hiện tại đã mong đợi có 50 tỷ thiết bị đầu cuối kết nối tới mạng toàn cầu vào năm 2020 [4], với sự mong đợi mạng internet là mọi thứ.

Xuất phát từ những yêu cầu thực tế đó, sự phát triển của hệ thống truyền thông di động không dây yêu cầu không chỉ tốc độ truyền dẫn cao mà còn dung lượng hệ thống phải đủ lớn khi mà nguồn tài nguyên phổ tần số sóng vô tuyến là giới hạn. Gần đây, các tiêu chuẩn về hệ thống truyền thông di động thế hệ thứ 4 đã được chuẩn hóa và ra đời, hệ thống truyền thông di động thế hệ thứ 4 có thể cung cấp tốc độ truyền dẫn dữ liệu cao với 100Mbps trong khi di chuyển với tốc độ cao, và tốc độ lên tới 1Gbps cho những dịch vụ đứng yên hoặc với tốc độ chi chuyển thấp. Hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 4 (4G) là một thành công lớn của hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 3 (3G). Hệ thống 4G cung cấp dịch vụ truy cập di động internet băng siêu rộng, các dịch vụ như là máy tính cá nhân với bộ giải mã không dây kết nối USB, cho tới các điện thoại thông minh, hay các thiết bị di động khác. Không những thế, hệ thống 4G còn có thể cung cấp các dịch vụ giải trí như truy cập web di động, gọi điện thoại qua nền giao thức IP, dịch vụ trò chơi, truyền hình di động chất lượng cao, cuộc họp video [1].

Câu hỏi lớn đặt ra rằng liệu rằng hệ thống thông tin di động sau thế hệ thứ 4 (4.5G hay 5G) sẽ mang lại gì cho những người dùng di động. Khi xét về một số lượng lớn người dùng di động, cách phân bố (trong nhà, bên ngoài, khu đông dân cư, khu đô thị, ...) và những ứng dụng (cuộc gọi thoại, cuộc gọi truyền hình, dịch vụ giải trí qua internet) chúng ta có thể thấy được rằng hệ thống thông tin di động sau thế hệ thứ 4 cần giải quyết những yêu cầu về dung lượng hệ thống cao, vùng phủ sóng rộng và

thông minh, và tối ưu nguồn tài nguyên phổ sóng vô tuyến. Để đáp ứng được những điều đó, những nhà nghiên cứu hệ thống thông tin di động sau thế hệ thứ 4 đã đưa ra kiến trúc hệ thống truyền thông có nhận thức và femtocell, hay nói cách khác đó chính là mạng di động LTE - Femtocell.

1.2.2. Những động lực cho mạng di động LTE - Femtocell

Có rất nhiều yêu cầu về mặt công nghệ và kinh tế cho sự phát triển một mạng di động LTE - Femtocell. Các yêu cầu cho sự phát triển công nghệ này đều mong đợi có những tác động lớn tới hệ thống truyền thông không dây trong tương lai.

1.2.2.1. Sự tăng nhanh về dung lượng dữ liệu (data capacity)

Trong những năm gần đây, sự truy cập internet di động đã tăng nhanh theo yêu cầu của người dùng di động. Đây chính là kết quả của những công nghệ trên các thiết bị di động thông minh. Nghiên cứu từ thị trường tiêu dùng đã chỉ ra rằng khối lượng truy cập dữ liệu tăng theo kích cỡ màn hình của thiết bị, giao diện thân thiện giữa người dùng và hệ thống, và sự tương tác giữa người dùng với hệ thống mạng mà thiết bị kết nối tới. Ví dụ một thiết bị di động thông minh 3G sẽ có thể tiêu thụ gấp 30 lần dung lượng hệ thống so với một thiết bị nghe gọi 2G, và một máy tính bảng có thể tiêu thụ dung lượng hệ thống gấp 5 lần so với một chiếc điện thoại thông minh [4]. Do đó sự phát triển của kích cỡ màn hình của thiết bị di động, độ phân giải hình ảnh, thời gian sử dụng của quả pin, và sự cải tiến tốc độ truyền dẫn, trẻ hệ thống của cơ sở hạ tầng hệ thống mạng di động sẽ dẫn tới yêu cầu cấp thiết phải tăng dung lượng dữ liệu hệ thống theo những yêu cầu đó.

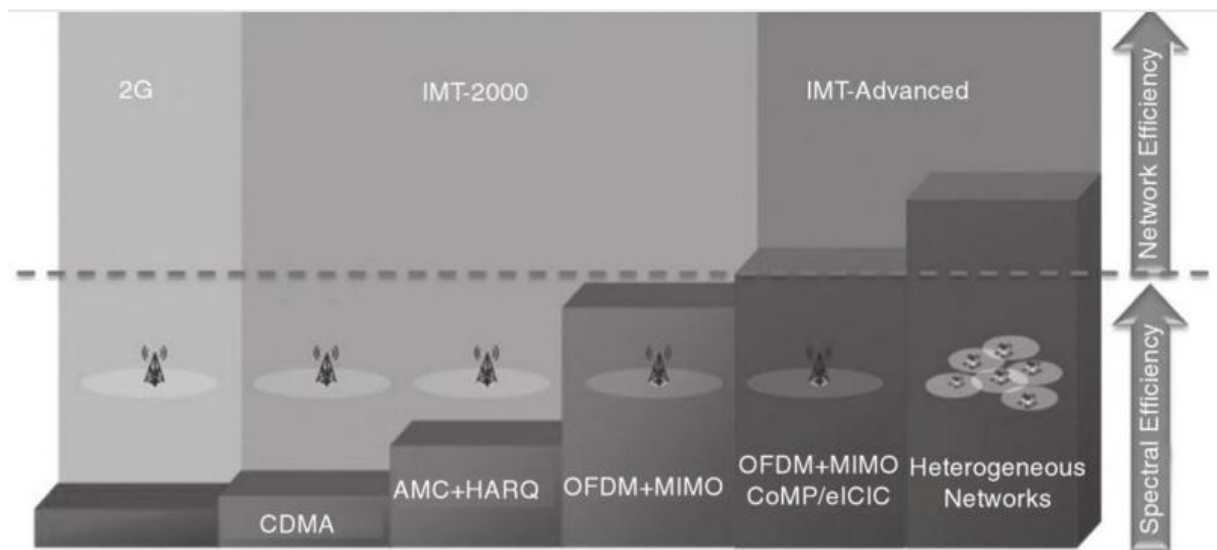
Thêm vào đó, những yêu cầu về sự cải tiến thiết bị di động, cơ sở hạ tầng truyền thông, nội dung mà người dùng tự tạo ra, và mạng xã hội cũng tác động đáng kể tới hệ thống mạng di động hiện tại. Sự thật chỉ ra rằng, các thiết bị di động là một nền tảng lý tưởng cho các ứng dụng mạng xã hội như Facebook, Twitter, Google+, bởi vì chúng đưa ra cho người dùng những tiện ích luôn luôn bật và luôn luôn kết nối với mọi người. Các ứng dụng mạng xã hội hay các ứng dụng tương đồng khác thường chỉ yêu cầu một lượng nhỏ dữ liệu nhưng đường kết nối truyền dẫn dữ liệu lại luôn cần phải ổn định. Ở một khía cạnh khác, các video Youtube trên các thiết bị di động lại tiêu tốn rất nhiều dữ liệu di động cả ở đường truyền lên và đường truyền xuống.

Tổng hợp lại, những yêu cầu về dung lượng hệ thống như sự tăng nhanh về lưu lượng đường truyền, các nội dung người dùng, mạng xã hội, và các thiết bị kết nối

thông minh đã đưa ra yêu cầu cấp thiết sự phát triển về kích cỡ dung lượng hệ thống của mạng di động không dây trong tương lai.

1.2.2.2. *Quản lý tài nguyên phổ hiệu quả*

Nền công nghiệp mạng không dây đã có những sự phát triển vượt bậc đã dẫn tới sự tăng nhanh về lưu lượng đường truyền. Sau một thập kỷ của sự phát triển truyền thông không dây, ngày nay chúng ta đã đạt tới sự giới hạn theo lý thuyết về dung lượng kênh truyền sóng vô tuyến, thuyết nổi tiếng được biết đến là sự giới hạn Shannon (Shannon limit). Mặc dù kênh truyền vô tuyến cũng đã liên tục được cải thiện để đạt tối đa hiệu suất của hệ thống truyền thông không dây, phải kể đến đó là các công nghệ xử lý tín hiệu nâng cao cho hiệu suất sử dụng phổ tăng lên. Dung lượng hệ thống trong tương lai cần phải tăng lên rất nhiều, do đó chúng ta cần kết hợp các giải pháp công nghệ, cần thiết phải tối đa hiệu suất hệ thống chung thay cho việc chỉ dựa vào các công nghệ để cải tiến hiệu suất sử dụng phổ ở tầng liên kết vật lý (radio link level) như hình 1.1. Hệ thống mạng hỗn tạp sẽ là một công nghệ cơ sở đằng sau những giải pháp đó.



Hình 1.1. Sự tiến hóa công nghệ của hệ thống mạng di động không dây [4]

Hiện tại để xử lý vấn đề về dung lượng hệ thống, các nhà mạng di động đang giới hạn dung lượng dữ liệu sử dụng hàng tháng của các thuê bao theo mạng mở rộng không dây (wireless wide areas networks – WWAN), và làm chậm tốc độ dữ liệu của những người dùng dữ liệu lớn khi cần thiết. Tuy nhiên, sự giới hạn dung lượng dữ liệu hay làm chậm tốc độ truy cập sẽ chỉ là một giải pháp tạm thời cho vấn đề quá tải của hệ thống mạng di động hiện tại. Chúng ta cần các giải pháp chủ động hơn nữa để tăng

đường truyền dữ liệu, và cung cấp dịch vụ truy cập di động không dây tới tất cả mọi người dùng.

Có rất nhiều giải pháp mà các nhà cung cấp mạng di động đã tìm kiếm để giải quyết vấn đề quá tải của hệ thống mạng. Giải pháp đầu tiên là chiến lược giảm tải dữ liệu, công nghệ này khuyến khích người dùng di động chuyển đường kết nối từ trạm cơ sở vĩ mô (macro base stations) đến các mạng di động tế bào (small-cell networks) như là femtocell networks, đây là một giải pháp trong kiến trúc mạng hỗn tạp. Giải pháp thứ hai là thêm nhiều băng tần số (cả dải tần số được cấp phép và không được cấp phép) cho các ứng dụng di động. Hay giải pháp thứ ba là tối ưu phổ tần số linh động như là dùng chung dải tần số, truy cập phổ tần số động, vô tuyến nhận thức với truy cập mạng nhất thời.

1.2.2.3. Thử thách về doanh thu dịch vụ và đầu tư tăng dung lượng hệ thống

Trong những năm gần đây, doanh thu dịch vụ di động đã tăng lên khi chuyển dịch từ mạng cuộc gọi chuyên mạch kênh và dịch vụ tin nhắn SMS thành mạng dịch vụ dữ liệu. Sự chuyển dịch này đã tạo ra những áp lực lớn cho lợi nhuận thu lại của các nhà cung cấp dịch vụ mạng di động với ba lý do chính sau. Đầu tiên là dữ liệu di động có doanh thu trên mỗi bit là thấp hơn so với dịch vụ gọi và SMS truyền thống. Thứ hai là lợi nhuận của các nhà mạng trên những ứng dụng di động quảng bá đang phải cạnh tranh với những ứng dụng sử dụng dữ liệu di động phổ biến trên các thiết bị di động thông minh. Và cuối cùng là theo sự tăng trưởng sử dụng dữ liệu di động, các nhà mạng cần phải mở rộng đầu tư cho những hệ thống mới để đáp ứng với yêu cầu người dùng. Bởi vì các nhà mạng là những nhà đầu tư, vận hành và cung cấp cơ sở hạ tầng internet di động toàn cầu, do đó mà nền công nghiệp không dây và các cộng đồng nghiên cứu học thuật cần phải phát triển các công nghệ mới, những công nghệ cho phép các nhà mạng giữ nguyên được lợi nhuận và sự cạnh tranh, bởi vậy mà họ có thể tiếp tục đầu tư mở rộng dung lượng hệ thống và các dịch vụ mới. Kiến trúc mạng hỗn tạp hay mạng di động LTE - Femtocell được xem xét như là một trong những công nghệ quan trọng, kiến trúc mạng này cho phép không chỉ là tăng từ 10 đến 1000 lần dung lượng hệ thống mà còn có thể phát triển doanh thu từ những dịch vụ mới thay thế những dịch vụ truyền thống [4].

Tổng kết lại, trong khi những yêu cầu về dung lượng dữ liệu của hệ thống tăng cao, và sự cải tiến trong các công nghệ sử dụng phổ tối ưu đã chậm lại theo lý thuyết giới

hạn của Shannon, những điều này đã đưa ra yêu cầu cấp thiết cho các sự chuyển dịch của các công nghệ vô tuyến trong tương lai, từ việc tăng hiệu suất sử dụng phổ của lớp vật lý (radio link) trở thành cải thiện hiệu suất chung của toàn bộ hệ thống, điều này được thực hiện với kiến trúc mạng di động hỗn tạp hay mạng di động LTE - Femtocell và các công nghệ xử lý tín hiệu số nâng cao. Chúng ta cần mạng di động hỗn tạp để nâng cao dung lượng hệ thống theo những yêu cầu về mật độ sử dụng lưu lượng tăng cao. Kiến trúc mạng di động LTE - Femtocell cũng cho phép mở rộng vùng phủ sóng, cải thiện vùng tín hiệu yếu của hệ thống mạng hiện tại để đạt được chất lượng dịch vụ tốt nhất cho người dùng di động.

1.2.3. Tổng quan về Femtocell

1.2.3.1. Động lực cho sự ra đời của femtocell

Trong tương lai sẽ có hàng tỷ thiết bị được kết nối với mạng internet, và các ứng dụng nền tảng đám mây sử dụng mạng di động 3G và 4G-LTE, những thiết bị này sẽ tạo ra những yêu cầu cấp thiết cho hệ thống mạng truyền thông không dây như cần tăng dung lượng của hệ thống và mở rộng vùng phủ sóng [5]. Với hệ thống mạng tế bào vĩ mô macrocell truyền thống, hay thậm chí là nâng cao hơn với công nghệ 4G, những yêu cầu đó vẫn không thể đạt được bởi vì:

- Có sự giới hạn trong việc triển khai số lượng trạm phát sóng ở bên ngoài. Chi phí của các trạm phát sóng là rất đắt nên những trạm phát sóng mới chỉ được triển khai ở những vùng có đông dân cư.
- Phổ tần số cho các nhà mạng là có giới hạn, do đó sự tăng dung lượng hệ thống trong công nghệ phổ 4G cộng với số lượng phổ tần số tăng lên vẫn sẽ bị vượt qua giới hạn theo sự tăng trưởng nhanh của người dùng.
- Kênh truyền dẫn không dây hay phổ sóng vô tuyến có giá rất đắt đỏ.

Để quản lý chi phí của lưu lượng di động hiệu quả và cung cấp vùng phủ sóng rộng hơn, các nhà mạng phải giảm tải lưu lượng dữ liệu ở hệ thống mạng tế bào vĩ mô macrocell và tăng cường sử dụng hệ thống mạng băng thông rộng cố định khi người dùng ở bên trong các tòa nhà. Người tiêu dùng mong đợi sự giảm tải này sẽ được thực hiện một cách tối ưu bất cứ khi nào họ ở bên trong tòa nhà. Bởi vì người tiêu dùng đang sử dụng tốc độ dữ liệu của hệ thống mạng 4G-LTE, nên họ cũng sẽ mong đợi được sử dụng cùng tốc độ dữ liệu khi họ đang ở bên trong các tòa nhà. Những yêu cầu đó đã đưa đến kết quả là các hệ thống mạng truy cập không dây vô tuyến sẽ không thể

nào đáp ứng được. Do đó để đáp ứng được những yêu cầu này, femtocell đã được xem xét giống như là giải pháp tốt nhất với những ưu thế giá thành thiết bị rẻ, tăng cường độ tín hiệu trong nhà, mở rộng vùng phủ sóng cho hệ thống mạng vĩ mô, và tăng dung lượng hệ thống cho môi trường trong nhà.

1.2.3.2. Định nghĩa femtocell

Femtocell là một thiết bị giá rẻ, có công suất tiêu thụ thấp và vùng phủ sóng nhỏ. Thiết bị femtocell có thể dễ dàng được cài đặt ở trong các gia đình hay các điểm công cộng nhỏ, và chúng sử dụng chung phổ tần số với hệ thống mạng tế bào vĩ mô qua hệ thống mạng băng thông rộng cố định.



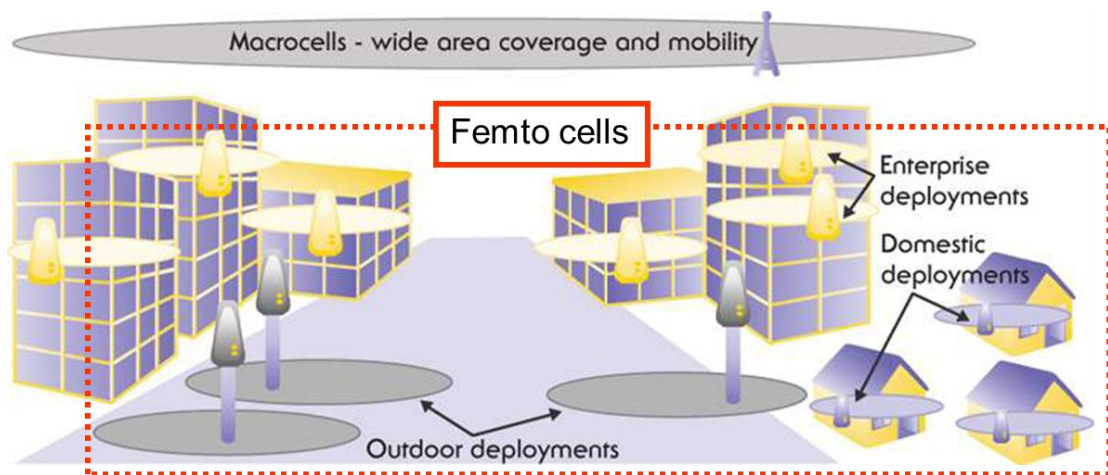
Hình 1.2. Thiết bị femtocell [6]

Hình 1.2 cho thấy các thiết bị phần cứng femocell đã được sử dụng và triển khai thực tế. Những thiết bị này nhìn khá giống với các thiết bị truy cập WiFi, sự khác biệt đến từ cách thức hoạt động của femtocell. Femtocell được tích hợp công nghệ định vị toàn cầu GPS và có dải tần số hoạt động rộng trên những dải tần số được cấp phép, dải tần số không được cấp phép, hay có thể cùng trên cả hai. Hiện tại femtocell có thể được lắp đặt ngẫu nhiên bởi người dùng, do đó mà femtocell vẫn đang được các tổ chức chuẩn hóa và phân phối.

Một trong những vai trò chính của femtocell là mở rộng vùng phủ sóng trong nhà, nơi mà vùng phủ sóng của hệ thống mạng tế bào không đạt được. Ở những khu vực có

mật độ người dùng lớn, femtocell có vai trò làm giảm tải lưu lượng cho hệ thống mạng tế bào vĩ mô macrocell. Các nhà cung cấp mạng cũng có thể cải thiện dung lượng hệ thống và tốc độ đường truyền với chi phí triển khai thấp hơn nhiều so với mạng tế bào vĩ mô macrocell. Khi vùng phủ sóng được cải thiện, thời gian sử dụng pin trên các thiết bị của họ cũng được tăng lên và họ cũng có thể sử dụng các dịch vụ thời gian thực yêu cầu tốc độ đường truyền lớn như là xem video chất lượng cao [1].

Hình 1.3 mô tả những thiết bị femtocell có thể được triển khai trong hệ thống mạng vĩ mô macrocell, những thiết bị này thường được kết nối tới hệ thống mạng lõi của các nhà cung cấp dịch vụ mạng thông qua đường kết nối internet cố định.



Hình 1.3. Mô hình triển khai các thiết bị femtocell [7]

Một thiết bị femtocell chỉ có thể cung cấp dịch vụ cho một số lượng người dùng nhất định, với thiết bị femtocell gia đình thường có thể là 4 đến 8 người dùng cùng lúc, còn với thiết bị femtocell ở các nơi công cộng có thể cung cấp lên tới 16 người dùng cùng lúc. Thiết bị femtocell có thể được cấu hình để hoạt động ở ba chế độ.

Chế độ hoạt động đầu tiên được gọi là chế độ truy cập đóng (closed subscriber group – CSG), ở chế độ này femtocell chỉ cung cấp dịch vụ cho những người dùng đã được đăng ký trong danh sách cho phép. Khi hệ thống có quá nhiều femtocell hoạt động ở chế độ này, những femtocell đó có thể gây ra nhiễu xuyên kênh lớn tới hệ thống mạng vĩ mô macrocell. Vì vậy các nhà cung cấp mạng cố gắng hạn chế sử dụng những femtocell hoạt động ở chế độ truy cập đóng này.

Một tùy chọn phương thức hoạt động nữa cho femtocell là chế độ truy cập mở. Những femtocell hoạt động ở chế độ này có thể cho phép bất cứ người dùng nào truy cập vào nó. Kiểu truy cập này là tốt nhất cho các nhà mạng, nhưng đối với người dùng,

chế độ hoạt động này lại cho phép quá nhiều người lạ truy cập vào thiết bị mà họ đã phải trả tiền. Và đôi khi do quá nhiều người truy cập, femtocell trở nên quá tải và không thể cung cấp dịch vụ cho những người chủ của thiết bị đó.

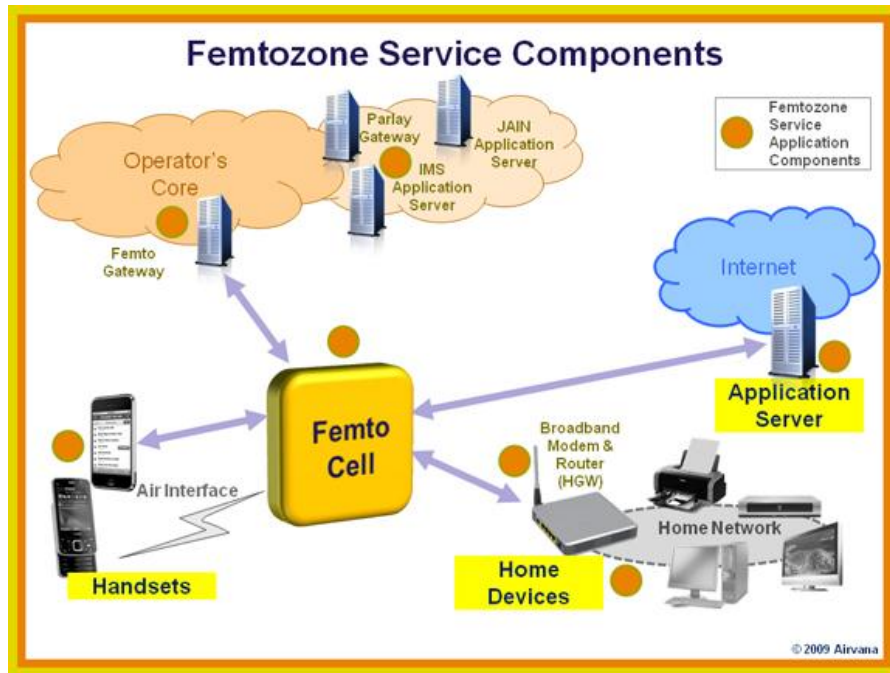
Femtocell cũng có thể hoạt động ở chế độ thứ ba là chế độ truy cập hỗn hợp. Khi người dùng trong danh sách đăng ký của femtocell chưa sử dụng hết băng thông, femtocell sẽ cho phép những người dùng chưa đăng ký truy cập vào nó. Chế độ hoạt động này là sự tổng hợp những lợi ích của cả hai chế độ bên trên, nhưng khi có quá nhiều femtocell hoạt động ở chế độ này, hệ thống mạng sẽ có những vấn đề liên quan đến chọn trạm truy cập khi trong chế độ chuyển giao, bởi vì trong chế độ chuyển giao, hệ thống mạng không thể nào biết chính xác băng thông của femtocell đích có còn trống cho những người dùng không nằm trong danh sách đăng ký của nó. Ví dụ, nếu băng thông của femtocell đích đã được sử dụng hết, và thiết bị người dùng lại chọn femtocell đó để thực hiện chuyển giao, điều này có thể dẫn tới chất lượng dịch vụ đường truyền của người dùng không được đảm bảo, hay thậm chí là mất kết nối khi họ đang sử dụng dịch vụ dữ liệu thời gian thực. Trong luận văn này, tôi sẽ không đề cập đến vấn đề nêu trên, chủ đề này sẽ được tôi nghiên cứu ở những công trình nghiên cứu khác.

1.2.3.3. Những ứng dụng dịch vụ của femtocell

Dưới đây sẽ là một vài ứng dụng cung cấp dịch vụ cơ bản của femtocell.

- Dịch vụ cảnh báo gia đình: Khi một thành viên trong gia đình đi ra khỏi hay đi vào nhà, thiết bị femtocell sẽ tự động gửi một tin nhắn SMS (Short Message Services) tới những số điện thoại được thiết đặt. Ví dụ, một ông bố hay bà mẹ có thể nhận được những thông báo này khi những đứa trẻ của họ đi ra ngoài, hay vừa từ trường học về nhà [5].
- Số gia đình ảo: Khi có một cuộc gọi điện thoại tới một số định sẵn, toàn bộ các máy điện thoại trong gia đình đều đổ chuông để thông báo [5].
- Đồng bộ dữ liệu đa phương tiện: thiết bị femtocell có thể đồng bộ các bài hát, video một cách tự động giữa các thiết bị di động và một máy tính gia đình [5].
- Photo upload: thiết bị femtocell có thể tự động tải lên các hình ảnh từ các thiết bị di động tới máy tính gia đình, và sau đó hiển thị nó lên màn ảnh [5].

- Đồng bộ lịch hay danh bạ điện thoại: Đồng bộ lịch hay danh bạ điện thoại từ một thiết bị di động đến lịch hay danh bạ điện thoại của gia đình mỗi lúc khi thiết bị kết nối tới femtocell [5].
- Điều khiển từ xa: thiết bị femtocell cũng có thể điều khiển các thiết bị gia đình khi thiết bị người dùng kết nối tới [5].



Hình 1.4. Những ứng dụng dịch vụ của femtocell [5]

1.2.3.4. So sánh công nghệ của femtocell

A. So sánh giữa femtocell và macrocell

Bảng 1.1. So sánh công nghệ giữa Femtocell và Macrocell

	Femtocell	Macrocell
Kết nối không dây	Chuẩn công nghệ truyền thông [8]	Chuẩn công nghệ truyền thông [8]
Đường truyền	Đường truyền internet [8]	Mạng điện thoại cố định [8]
Chi phí	\$200/năm [8]	\$60,000/năm [8]
Công suất tiêu thụ	Thấp [8]	Cao [8]
Vùng phủ sóng	10-50 mét [8]	300-2000 mét [8]

B. So sánh giữa femtocell và thiết bị WLAN

Bảng 1.2. So sánh công nghệ giữa Femtocell và WLAN

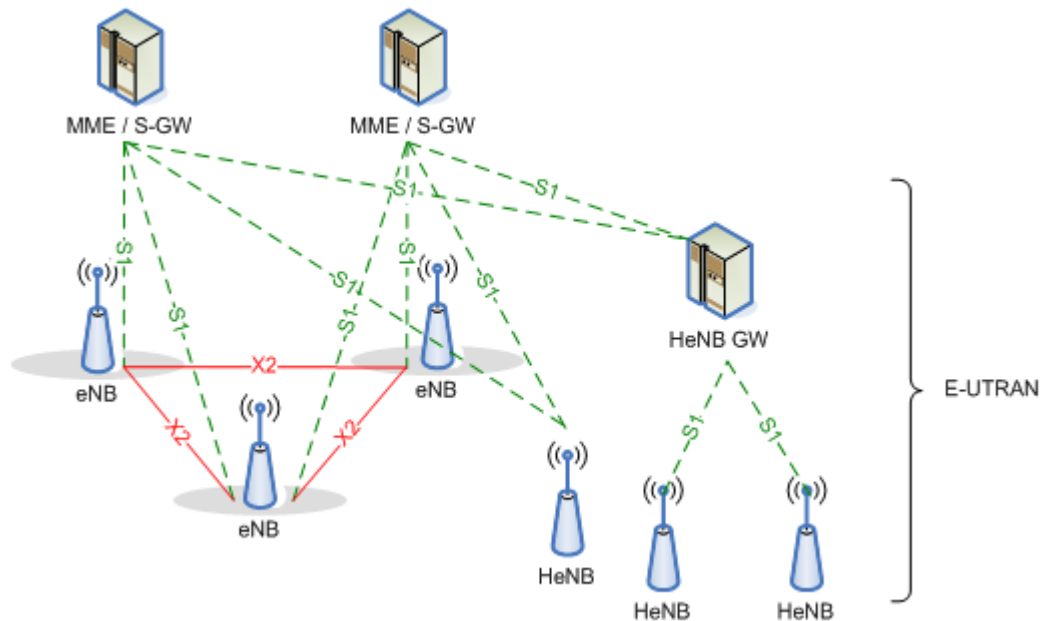
	Femtocell	WLAN
Dải phổ hoạt động	Cấp phép [8]	Không cấp phép [8]
Lớp MAC	Cho phép xung đột [8]	Không cho phép xung đột [8]
Đường truyền	Dây cáp/DSL [8]	Dây cáp/DSL [8]
Kết nối không dây	Chuẩn công nghệ di động tế bào [8]	802.11a/b/g/n [8]
Vùng phủ sóng	10-50m [8]	35-70m [8]
Dịch vụ	Chủ yếu là gọi thoại [8]	Chủ yếu là dữ liệu [8]
Chi phí	\$200-\$250 [8]	\$50-\$100 [8]

1.2.4. Tổng quan về kiến trúc mạng di động LTE - Femtocell

1.2.4.1. Kiến trúc mạng di động LTE - Femtocell

Hệ thống mạng di động LTE - Femtocell (hệ thống mạng femtocell) là một sự mở rộng của hệ thống mạng tế bào vĩ mô macrocell phục vụ cho người dùng đầu cuối, vì vậy hoạt động của hệ thống mạng femtocell nên được hoạt động song song cùng hệ thống mạng tế bào vĩ mô macrocell, mà không có bất kỳ vấn đề này xảy ra. Một đặc tính quan trọng của hệ thống mạng femtocell là hệ thống này sẽ kết nối tới các nhà cung cấp dịch vụ mạng thông qua đường kết nối internet. Internet là một mạng mở do đó mà các nhà cung cấp dịch vụ phải tạo những đường kết nối mạng đóng bảo mật tới các femtocell. Vai trò của bộ ngõ vào bảo mật femtocell (femtocell security gateway) là bảo mật đường kết nối từ mạng internet tới các mạng femtocell bảo mật riêng rẽ của nhà cung cấp dịch vụ. Việc đảm bảo chất lượng dịch vụ cho người dùng cũng sẽ là một vấn đề cho các nhà cung cấp dịch vụ, bởi vì các nhà cung cấp dịch vụ mạng không thể nào can thiệp vào lưu lượng đường truyền internet. Ví dụ, độ trễ đường truyền tăng cao với người sử dụng, vấn đề này lại phụ thuộc vào nhà cung cấp dịch vụ mạng internet (Internet service provider – ISP) và công nghệ đường kết nối mà người dùng lắp đặt. Do đó, các nhà cung cấp dịch vụ phải triển khai hệ thống mạng riêng của họ để giải quyết những vấn đề này. Nó sẽ là một vấn đề khá phức tạp bởi vì các chuẩn công

nghe femtocell trong hệ thống mạng LTE (Long term evolution) vẫn chưa được chuẩn hóa và vẫn cần phải nghiên cứu thêm.

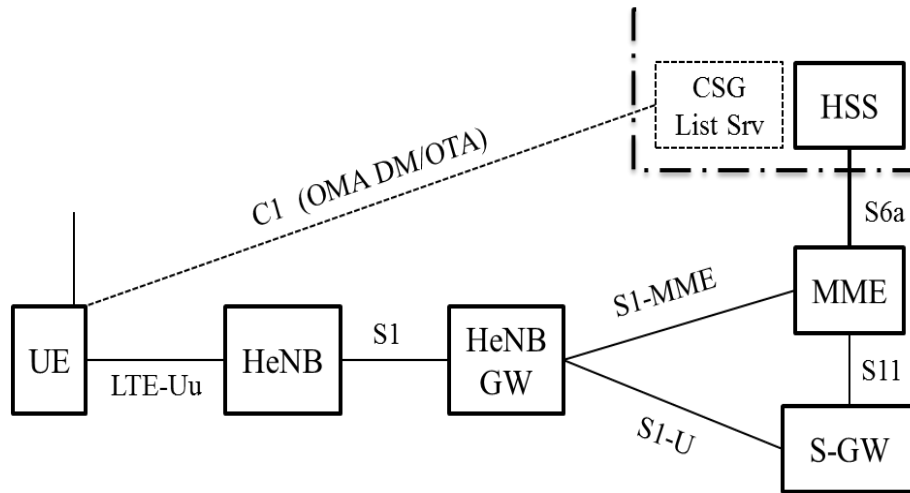


Hình 1.5. Kiến trúc E-UTRAN với các femtocell [9]

Thực thể quản lý di động MME (mobility management entity) là bộ điều khiển di động cho hệ thống mạng, nó chịu trách nhiệm xử lý các tín hiệu điều khiển liên quan đến di động và bảo mật. Thực thể MME cũng chịu trách nhiệm theo dõi người dùng trong chế độ nghỉ. Thực thể ngõ phục vụ S-GW (serving gateway) là bộ điều khiển người dùng. Thực thể S-GW chịu trách nhiệm điều khiển lưu lượng dữ liệu giao thức internet giữa người dùng và các mạng bên ngoài. Thực thể S-GW cũng được coi như là điểm nối giữa hệ thống vô tuyến với hệ thống mạng lõi của nhà cung cấp dịch vụ. Thực thể hệ thống thuê bao người dùng trong nhà HSS (home subscriber server) là một cơ sở dữ liệu gồm những thông tin liên quan đến thuê bao và dữ liệu người dùng. Nó hỗ trợ cho việc quản lý di động, các cuộc gọi và thiết lập đường truyền, chứng thực người dùng và chứng thực việc truy cập [10].

Trong hình 1.5 kiến trúc hệ thống mạng truy cập vô tuyến mặt đất E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network) theo chuẩn 3GPP (3rd Generation partnership project) đưa ra hai giao diện chuẩn. Giao diện X2 cung cấp đường kết nối trao đổi thông tin giữa các trạm cơ sở vĩ mô eNodeBs (macro cell base stations). Giao diện S1 hỗ trợ đường kết nối giữa thực thể quản lý di động MME hay cổng phục vụ S-GW và trạm cơ sở vĩ mô eNodeB. Giao diện kết nối này cũng được sử

dụng giữa các điểm truy cập femtocell FAP (HeNB) và MME/S-GW. Khác với hệ thống mạng 2G và 3G, hệ thống LTE nâng cao có thể cho phép việc chuyển giao chỉ được thực hiện ở các FAPs mà không cần đến sự điều khiển của thực thể MME thông qua giao diện kết nối X2 [11].



Hình 1.6. Kiến trúc mạng LTE - Femtocell với HeNB-GW [12]

3GPP đã chuẩn hóa các thuật ngữ cho các phần tử cơ bản của hệ thống mạng femtocell. Các điểm truy cập femtocell FAP trong hệ thống mạng UMTS được gọi là các Home NodeB (HNB) và trong các hệ thống mạng LTE là Home eNodeB (HeNB). Công điều khiển điểm truy cập femtocell (Femtocell access point gateway - FAP-GW) trong hệ thống UMTS được gọi là Home NodeB Gateway (HNB-GW) và trong hệ thống mạng LTE là Home eNodeB Gateway (HeNB-GW).

1.2.4.2. Các công nghệ trong hệ thống mạng di động LTE - Femtocell

A. Sự so sánh giữa hệ thống mạng di động 3G, 4G và 5G

Bảng 1.3. So sánh công nghệ giữa mạng di động 3G, 4G và 5G

	3G	4G	5G
Triển khai	Hiện tại	Hiện tại	Hiện tại và phổ biến vào năm 2020 [13]
Công nghệ chuyển mạch	Chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói [13]	Chuyển mạch gói [13]	Chuyển mạch gói [13]
Dịch vụ	Dữ liệu, video, âm thanh chất lượng cao [13]	Các thiết bị di động và truy cập thông tin động [13]	Các thiết bị di động và truy cập thông tin động với trí thông minh nhân tạo [13]
Băng thông dữ liệu	2Mbps [13]	20Mbps to 1Gbps cho di chuyển chậm [1, 13]	1Gbps và cao hơn [13]
Công nghệ	CDMA, IP [13]	LAN/WLAN/PAN/WAN	LAN/WLAN/PAN/WAN

		và WWW [13]	và WWW [13]
Tiêu chuẩn	WCDMA CDMA-2000 [13]	Single unified standard [13]	Single unified standard [13]
Công nghệ hợp kênh	CDMA [13]	CDMA [13]	CDMA/BDMA [13]
Mạng lõi	Mạng gói [13]	Internet [13]	Internet [13]
Chuyển giao	Chiều ngang [13]	Chiều ngang và dọc [13]	Chiều ngang và dọc [13]

Trong phạm vi luận văn này, luận văn sẽ chỉ đề cập đến hai công nghệ đang được nhiều nhà nghiên cứu tập trung hướng tới, đó là vô tuyến nhận thức và quản lý di động.

B. Vô tuyến nhận thức

Đối với hệ thống mạng di động tế bào vô tuyến cellular thì việc sử dụng các tần số thấp sẽ làm cho độ truyền tin đáng tin cậy với vùng phủ sóng rộng và ít có những khu vực mất sóng. Mặc dù những dải tần số này là nguồn tài nguyên khan hiếm nhưng những nhà cung cấp dịch vụ mạng vẫn mong muốn có quyền để được sử dụng nó, do đó mà việc tối ưu hiệu quả nguồn tài nguyên này là vô cùng quan trọng. Hiện tại đã có rất nhiều công nghệ được đưa ra và nghiên cứu nhằm mục đích tối ưu việc sử dụng chúng. Vô tuyến nhận thức là một trong những công nghệ được các nhà nghiên cứu đưa ra xem xét như là một giải pháp tối ưu cho vấn đề này.

Thiết bị thu phát sóng vô tuyến có nhận thức là một bộ thu phát được thiết kế để sử dụng các kênh truyền không dây một cách tối ưu nhất trong môi trường xung quanh nó [14]. Một thiết bị thu phát sóng vô tuyến có nhận thức có thể cảm nhận và nhận biết được những phổ tần số trống, và tái sử dụng chúng cho việc cấp phát kênh truyền dẫn dữ liệu với những tham số khởi tạo ban đầu, sau đó nó có thể thay đổi những tham số này để đạt được sự truyền dẫn dữ liệu tốt nhất.

Công nghệ vô tuyến nhận thức sẽ ngày càng được phát triển để đạt được mục tiêu hiệu quả tốt nhất cho các hệ thống truyền thông sóng vô tuyến [14]. Công nghệ vô tuyến nhận thức cho phép sử dụng hiệu quả các phổ tần số chia sẻ bằng cách tìm những phổ tần số không sử dụng, và điều chỉnh cơ chế truyền dữ liệu để đạt được các yêu cầu của các công nghệ chia sẻ phổ tần số hiện tại. Từ việc thu thập thông tin từ môi trường xung quanh, công nghệ vô tuyến nhận thức sẽ có những thông tin về kênh truyền đang trống và kênh truyền đang được sử dụng, kiểu dữ liệu được truyền đi,

thuật toán điều chế, vị trí của các thiết bị nhận, và nhận biết những tham số đặc biệt của môi trường xung quanh. Với những thông tin biết được về các tham số sóng vô tuyến như vậy, công nghệ vô tuyến nhận thức sẽ có thể chọn được những phổ tần số trống tốt nhất để đạt được những yêu cầu của người dùng, cũng như là chất lượng dịch vụ. Công nghệ vô tuyến nhận thức sẽ được thực hiện bởi phần mềm để nhà mạng hay người dùng có thể dễ dàng cấu hình lại các tham số theo yêu cầu. Công nghệ vô tuyến nhận thức sẽ có những thông tin về mức độ nhiễu xuyên kênh hay mức độ sử dụng của từng kênh truyền một, do đó khi mức độ nhiễu trên một kênh truyền tăng lên, hệ thống sóng vô tuyến nhận thức sẽ điều chỉnh chuyển dịch kênh truyền sang những kênh truyền ít nhiễu hơn, để làm tăng hiệu năng của hệ thống trong trường hợp xấu nhất. Bởi vì công nghệ vô tuyến nhận thức sẽ có thể làm tăng nhanh mức sử dụng trong một kênh truyền đơn, nên những thuật toán hiệu quả sẽ cần phải nghiên cứu và phát triển để giải quyết vấn đề này, và thuật toán trao kênh chỉ nên được sử dụng khi thực sự cần thiết và hệ thống trở nên tồi tệ [14]. Các công nghệ cảm nhận phổ tần số được đề cập trong công nghệ vô tuyến nhận thức là cảm nhận phổ, điều khiển công suất, quản lý phổ tần số.

C. Quản lý di động

Ngày nay phần lớn lưu lượng dữ liệu được sử dụng ở môi trường trong nhà, khoảng hơn 50% dịch vụ gọi thoại và hơn 70% sử dụng dịch vụ dữ liệu được thực hiện bên trong các tòa nhà và văn phòng [8, 15]. Từ xu hướng này chúng ta có thể thấy được rằng sẽ có rất nhiều thiết bị di động được sử dụng hầu hết ở môi trường trong nhà, do đó mà việc sử dụng các thiết bị femtocell sẽ là cách tốt nhất để giảm bớt tải cho hệ thống mạng di động vĩ mô macrocell. Nhưng việc sử dụng quá nhiều femtocell cũng sẽ mang lại vấn đề khó cho việc quản lý chúng, ví dụ như là có rất nhiều người dùng di chuyển một cách ngẫu nhiên, truy cập ra và vào hệ thống mạng di động tế bào vĩ mô macrocell cũng xảy ra ngẫu nhiên, những vấn đề đó đã tạo ra một thử thách rất lớn cho việc quản lý di động người dùng femtocell. Việc quản lý di động người dùng femtocell một cách tối ưu cũng sẽ làm cho hiệu năng của hệ thống truyền thông di động đạt hiệu quả cao nhất.

Về cơ bản, quản lý di động được chia làm hai phần chính là quản lý vị trí và quản lý chuyển giao.

Quản lý vị trí là một phần quan trọng của hệ thống truyền thông di động, nó sẽ thường xuyên theo dõi người dùng và cập nhật báo cáo về vị trí của người dùng cho hệ thống, để từ đó hệ thống có thể xử lý đường kết nối của người dùng với mạng khi người dùng đi ra khỏi vùng phủ sóng hay đi vào vùng tín hiệu yếu.

Quản lý chuyển giao sẽ được thực hiện khi người dùng hay hệ thống phát hiện đường kết nối đang kém đi, hay cường độ tín hiệu của trạm phục vụ giảm xuống qua mức ngưỡng mà chất lượng dịch vụ của người dùng có thể bị ảnh hưởng. Khi đó hệ thống mạng di động sẽ tìm kiếm một trạm cơ sở mới, mà khi người dùng thực hiện kết nối tới sẽ đạt được chất lượng dịch vụ tốt nhất mà không bị ngắt quãng. Để có thể giữ được đường kết nối liên tục giữa người dùng mà hệ thống mạng di động, giao thức chuyển giao cần phải xét tới tỷ lệ lỗi khi thực hiện và thời gian chuyển giao. Hai yêu cầu cho giao thức chuyển giao kết nối này là những vấn đề sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu năng của hệ thống mạng. Quá trình chuyển giao cho mạng di động LTE - Femtocell có thể được chia làm bốn bước như: quá trình điều khiển đo tín hiệu kết nối, báo cáo thông tin thu thập được, quyết định thực hiện chuyển giao và cuối cùng là thực hiện chuyển giao. Theo như nghiên cứu [16] đã nghiên cứu về một quá trình quyết định chuyển giao phức tạp, với thuật toán tối ưu sẽ có thể làm tăng hiệu năng của hệ thống, giảm bớt ảnh hưởng tới người dùng, giảm nhiễu xuyên kênh tới hệ thống mạng tế bào vĩ mô macrocell, và làm tăng tỷ số SINR tại thiết bị người dùng. Một thử thách nữa trong việc quyết định thực hiện chuyển giao cho các nhà nghiên cứu, đó là tỷ lệ ngắt quãng dịch vụ đối với những người dùng có tốc độ di chuyển vừa và cao.

Từ những vấn đề cấp thiết như vậy, việc quản lý chuyển giao sẽ là vấn đề chính mà luận văn quan tâm và được đề cập trong nội dung của bài luận văn này.

Chương 2. Quản lý di động và các phương pháp quản lý chuyển giao

2.1. Những công trình nghiên cứu liên quan

Trong phần này sẽ giới thiệu về công trình nghiên cứu của tác giả gần đây về mạng di động LTE - Femtocell. Các công trình này tập trung chủ yếu vào quản lý nguồn tài nguyên sóng vô tuyến dựa trên công nghệ quản lý nhiễu xuyên kênh có nhận thức (cognitive interference management methodology) ở đường lên và đường xuống. Các công trình này của tác giả đã được xuất bản tại một số tạp chí trong và ngoài nước như là [17, 18]. Dưới đây luận văn xin tóm tắt lại nội dung của những công trình này.

Ngày nay hai công nghệ được đề xuất là vô tuyến nhận thức và femtocell để giải quyết những vấn đề như mật độ người dùng tăng cao, tín hiệu người dùng trong nhà thấp. Vô tuyến nhận thức được xem như là một công nghệ lõi cho mạng truyền thông vô tuyến trong tương lai, cùng với đó femtocell lại được xem như là một công nghệ di động mới được đề xuất để cung cấp các dịch vụ thoại và các dịch vụ băng thông rộng tới người dùng trong những khu vực nhỏ như ở nhà, văn phòng hay các địa điểm được chỉ định. Femtocell được cài đặt và triển khai bởi những người dùng mà không phụ thuộc vào nhà cung cấp dịch vụ di động. Với những đề xuất về công nghệ cho thế hệ mạng trong tương lai như vậy, tác giả đã nghiên cứu về mạng tế bào femtocell được tối ưu hóa dựa vào phương thức quản lý có nhận thức.

Qua nghiên cứu và tổng hợp kiến thức, tác giả đã nhận thấy hệ thống mạng di động LTE - Femtocell đã và đang được xem xét như là một mô hình mạng di động sau thế hệ thứ 4. Bởi vậy trong công trình nghiên cứu của tác giả, tác giả đã đưa ra một mô hình kiến trúc khả thi cho hệ thống mạng di động LTE - Femtocell. Trong mô hình này, các femtocell được triển khai nhằm tăng vùng phủ sóng, cải thiện tín hiệu người dùng và giảm tải cho các mạng tế bào vĩ mô, hơn nữa femtocell còn được trang bị chức năng vô tuyến nhận thức để có thể sử dụng chung nguồn tài nguyên phổ vô tuyến với mạng tế bào vĩ mô. Dựa vào thông tin nhận thức từ những môi trường xung quanh, femtocell có thể tái sử dụng toàn phần 100% dải phổ được cung cấp hoặc nó cũng có thể tái sử dụng một phần dải phổ. Với những mức độ nhiễu nhận thức được từ môi trường xung quanh, femtocell có thể tự động phân phối một kênh chính xác để mức tín hiệu người dùng mạnh nhất mà mức nhiễu ảnh hưởng đến môi trường vĩ mô là thấp nhất.

Từ những hiểu biết và nghiên cứu sâu của tác giả về mạng tế bào femtocell có nhận thức, tác giả đã đề xuất ra hai cơ chế cấp kênh mới cho đường lên ở trong bài báo [17], trong đó tác giả đánh giá hiệu năng của các cơ chế cấp kênh bằng số xác xuất không thành công của các yêu cầu người dùng mới dưới sự điều khiển của thông số chất lượng dịch vụ người dùng. Hai cơ chế cấp kênh mới mà tác giả đề xuất là cấp kênh dựa vào thông tin nhận thức tại trạm cơ sở macrocell (MBS-Based scheme), và cấp kênh linh hoạt dựa vào thông tin nhận thức được ở trạm cơ sở macrocell và trạm truy cập femtocell (Flexible scheme).

Trong bài báo [18], tác giả và các thành viên cũng đã đề xuất thêm một cơ chế cấp kênh đường xuống mới cho FU tại CFAP trong mạng. Cơ chế mới mà tác giả đã đề xuất là cơ chế có sự phối hợp giữa các CFAP (Cooperative CFAP-based).

Các công trình nghiên cứu đã có của tác giả đã tập trung chủ yếu vào việc quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến thông qua việc cấp phát kênh truyền mới cho người dùng di động femtocell. Do đó, trong công trình nghiên cứu và luận văn này, luận văn sẽ chủ yếu đề cập đến vấn đề quản lý di động, cụ thể hơn là các phương pháp quản lý chuyển giao hiệu quả, sao cho giảm thiểu các quá trình thực hiện chuyển giao không cần thiết, qua đó tăng hiệu năng của hệ thống di động LTE - Femtocell.

Trong phần tiếp theo luận văn sẽ đề cập chi tiết về quản lý di động và các phương pháp quản lý chuyển giao hiện tại mà các nhà nghiên cứu đã chỉ ra, và đồng thời luận văn cũng đề xuất một cơ chế quản lý chuyển giao mới, mà với phương pháp mới này, các lần thực hiện quá trình chuyển giao không cần thiết đã được giảm đi rất nhiều so với các phương pháp đã đề xuất trước đó.

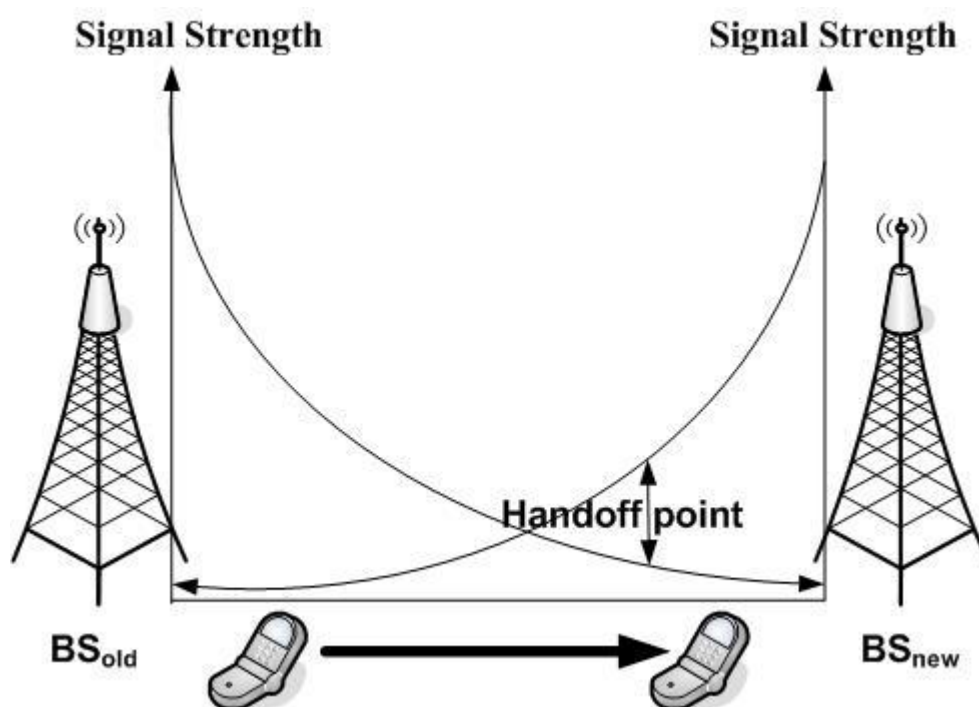
2.2. Tổng quan về chuyển giao trong hệ thống mạng LTE - Femtocell

2.2.1. Tổng quan quản lý chuyển giao

Mục đích cơ bản của quản lý chuyển giao là kết nối lại đường truyền từ một trạm phục vụ này đến một trạm phục vụ khác khi mà tín hiệu đường truyền của người dùng trở nên tồi tệ. Quản lý chuyển giao thực hiện một cách hiệu quả sao cho đường kết nối của người dùng liền mạch, để từ đó đảm bảo được chất lượng dịch vụ cho người dùng di động. Hay nói cách khác việc quản lý này nhằm đảm bảo những dịch vụ cần đường truyền lưu lượng liên tục.

Chuyển giao thường được thực hiện khi mà người dùng đang đi ra khỏi vùng phủ sóng của trạm phục vụ hiện tại và cường độ tín hiệu là quá thấp để có thể đảm bảo được chất lượng dịch vụ. Hình 2.1 mô tả trường hợp khi mà cường độ tín hiệu của

trạm phục vụ hiện tại giảm xuống dưới một mức ngưỡng định sẵn, khi đó quá trình chuyển giao cần được bắt đầu. Nhưng quá trình chuyển giao có thể sẽ không thực hiện ngay lập tức, trong khi cường độ tín hiệu có thể giảm xuống dưới mức ngưỡng mà ở đó chất lượng dịch vụ không đảm bảo. Do đó quá trình chuyển giao cần thời gian xử lý nhanh nhất có thể.



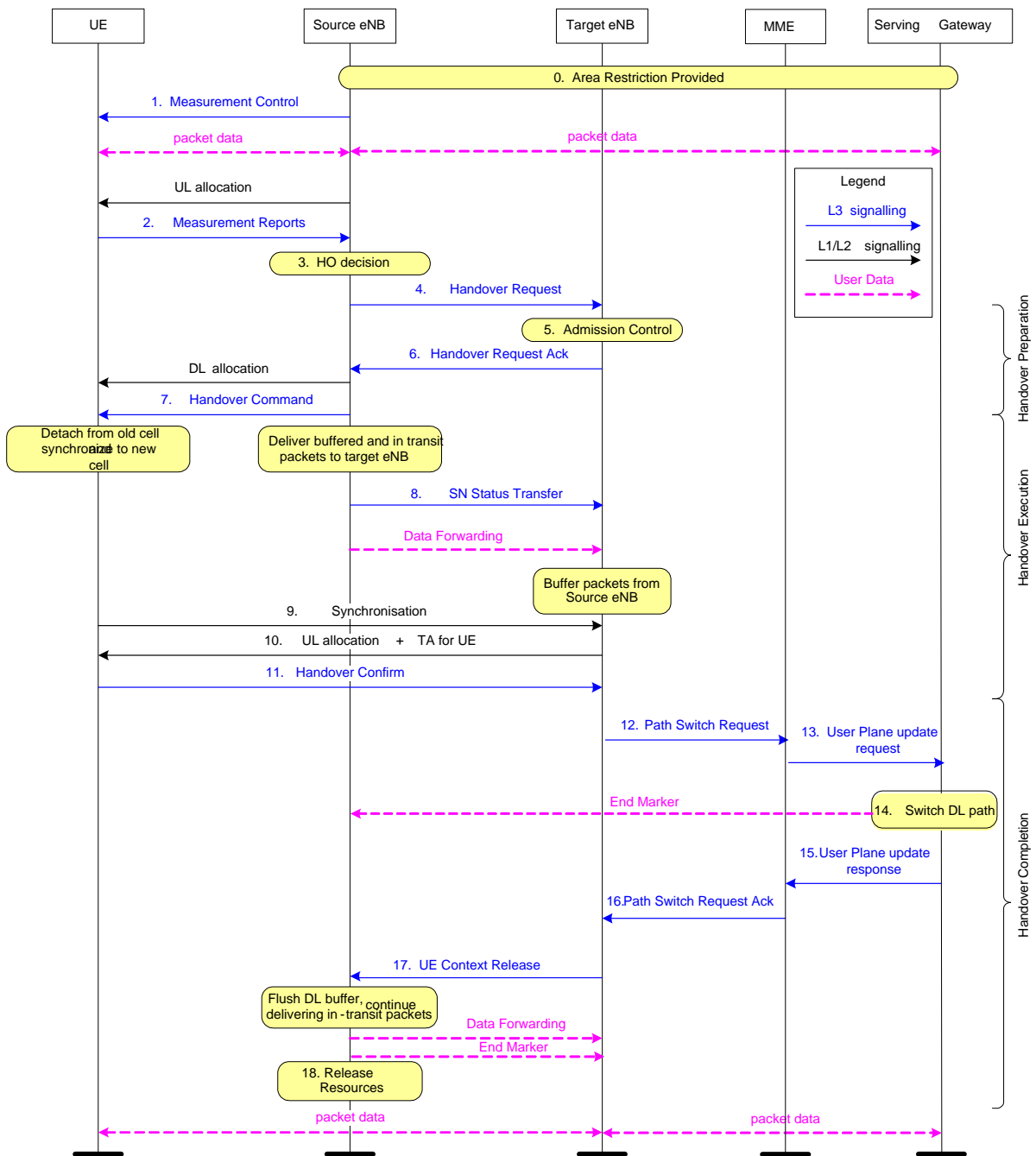
Hình 2.1. Điểm chuyển giao dựa theo cường độ tín hiệu [19]

Các kỹ thuật thực hiện chuyển giao có thể được phân chia làm hai loại là chuyển giao cứng (hard handover) và chuyển giao mềm (soft handover). Chuyển giao cứng là phương pháp ngắt kết nối hiện tại trước khi thực hiện kết nối mới. Điều đó có nghĩa là một kết nối mới với trạm đích sẽ chỉ được thực hiện sau khi giải phóng đường kết nối cũ với trạm hiện tại. Chuyển giao cứng nên được thực hiện một cách nhanh chóng để làm giảm sự ngắt quãng trong đường truyền. Chuyển giao mềm là phương pháp thực hiện kết nối mới trước khi ngắt đường kết nối cũ. Do đó mà tài nguyên của trạm hiện tại sẽ chỉ được giải phóng sau khi đường kết nối mới với trạm đích thực hiện xong. Trong hệ thống mạng femtocell, các thiết bị femtocell được trang bị chức năng vô tuyến nhận thức để tối ưu việc tái sử dụng nguồn tài nguyên vô tuyến, do đó chuyển giao mềm có thể được thực hiện trong hệ thống mạng femtocell một cách hiệu quả, trong khi nâng cao được chất lượng dịch vụ của người dùng khi đường kết nối được thiết lập liên tục.

Để trình bày một cách ngắn gọn, quá trình chuyển giao có thể được chia làm ba phần đó là quá trình đo tín hiệu, quyết định, và thực thi. Trong quá trình đo tín hiệu, thiết bị người dùng sẽ theo dõi chất lượng tín hiệu của trạm phục vụ hiện tại. Khi mà cường độ tín hiệu của trạm phục vụ xuống dưới một mức ngưỡng định sẵn, thiết bị

người dùng sẽ thực hiện quá trình đo tín hiệu từ những trạm phục vụ gần nó, và sau đó thiết bị người dùng sẽ gửi thông tin báo cáo về cho trạm phục vụ hiện tại. Nếu những điều kiện cần thiết cho việc thực hiện quá trình chuyển giao đều đạt được, trạm phục vụ hiện tại sẽ thực hiện quá trình chuyển giao. Khi đó trạm phục vụ đích sẽ khởi tạo đường kết nối với thiết bị người dùng và sau đó nó sẽ trở thành trạm phục vụ cho thiết bị người dùng, thay thế cho trạm phục vụ hiện tại. Quá trình được giải thích như hình 2.2.

Sơ đồ luồng bản tin tín hiệu của quá trình chuyển giao như hình 2.2 có thể được diễn giải theo các bước như sau. Tại thời điểm ban đầu, thiết bị người dùng liên tục gửi các bản tin báo cáo (2) về cường độ tín hiệu của trạm phục vụ và các trạm lân cận tới trạm phục vụ. Khi mà trạm phục vụ nhận được bản tin báo cáo với những giá trị thích hợp, ví dụ như chỉ số cường độ tín hiệu RSSI (Received Signal Strength Indicator) tại vị trí người dùng nhỏ hơn một ngưỡng đã định sẵn, thì trạm phục vụ sẽ chuẩn bị bắt đầu cho quá trình chuyển giao. Trong quá trình này, trạm phục vụ hiện tại sẽ gửi bản tin yêu cầu (4) tới trạm phục vụ đích có cường độ tín hiệu mạnh hơn. Trạm phục vụ đích sẽ xác nhận yêu cầu và gửi trở lại bản tin xác nhận (6) cho trạm phục vụ hiện tại. Sau đó trạm phục vụ hiện tại sẽ gửi bản tin lệnh thực thi (7) tới cho thiết bị người dùng để ngắt kết nối với trạm phục vụ hiện tại và kết nối tới trạm phục vụ mới. Sau đó sẽ là quá trình thực thi chuyển giao với những bản tin đồng bộ (8-10) được tới trạm phục vụ đích. Bước cuối cùng là quá trình chuyển giao hoàn tất với những bản tin xác nhận và thay đổi đường kết nối (11-16) được gửi đi. Sau đó các nguồn tài nguyên vô tuyến của trạm phục vụ cũ sẽ được giải phóng (17-18) để hoàn tất quá trình chuyển giao.



Hình 2.2. Sơ đồ luồng bản tin của quá trình chuyển giao [20]

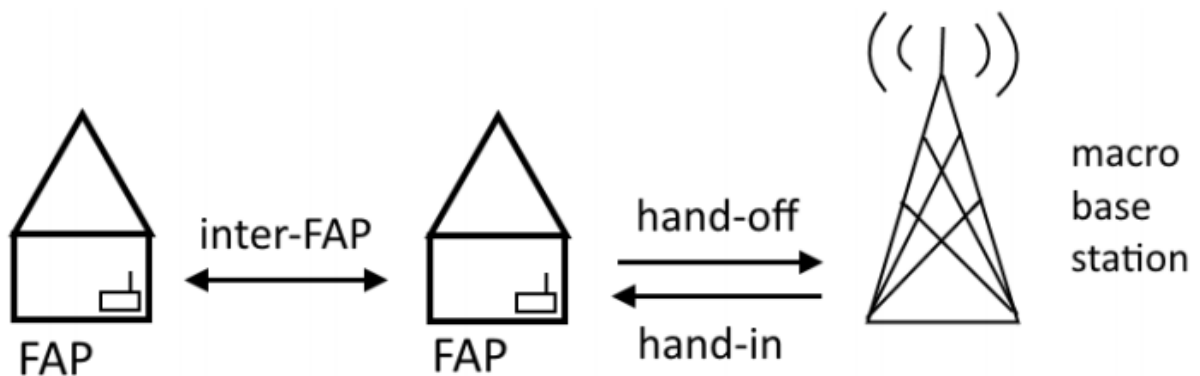
2.2.2. Phân loại quản lý chuyển giao trong hệ thống mạng femtocell

Trong quá trình thực hiện chuyển giao, hệ thống mạng phải biết được chính xác trạm phục vụ đích để chuẩn bị cho việc thực hiện chuyển giao chính xác. Trong trường hợp thực hiện chuyển giao giữa trạm femtocell và macrocell, việc này có thể dễ dàng đạt được bằng cách mở rộng thêm danh sách trạm lân cận, để bao gồm không chỉ là các đặc tính sóng vô tuyến của các trạm lân cận mà còn gồm cả đặc tính của trạm phục vụ đó, ví dụ như đó là trạm phục vụ femtocell hay là macrocell.

Tuy nhiên trong trường hợp chuyển giao giữa macrocell và femtocell, điều đó sẽ là khó để đạt được để macrocell biết hết toàn bộ các trạm femtocell phục vụ, đó là bởi vì có hàng trăm thiết bị femtocell có trong vùng phủ sóng của macrocell. Để macrocell biết toàn bộ femtocell trong vùng phủ sóng của nó, thì sẽ là một thử thách cực kỳ lớn để có thể thực hiện quá trình chuyển giao đủ nhanh để đảm bảo đường kết nối liên tục.

Ngày nay các nhà mạng cung cấp dịch vụ di động đã đưa ra độ ưu tiên cao hơn cho các quá trình chuyển giao từ femtocell đến macrocell, bởi vì hệ thống mạng vĩ mô macrocell của họ là đáng tin cậy và có thể đảm bảo chất lượng dịch vụ tốt nhất cho người dùng, mặc dù cường độ tín hiệu của các trạm phục vụ femtocell lân cận có thể đủ tốt để làm điều đó. Tuy nhiên đó sẽ chỉ là một giải pháp tạm thời để các nhà mạng cung cấp dịch vụ nhanh chóng triển khai hạ tầng mạng femtocell. Trong tương lai giải pháp này sẽ là không phù hợp, do đó các nhà nghiên cứu sẽ cần đưa ra các thuật toán mới để giải quyết vấn đề này.

Chuyển giao trong hệ thống mạng femtocell có ba hình thức cơ bản có thể xảy ra như hình 2.3. Đầu tiên là kiểu hand-in, đây là hình thức xảy ra khi thực hiện từ trạm macrocell đến trạm femtocell. Thứ hai là kiểu hand-off, hình thức này xảy ra khi thực hiện từ trạm femtocell đến trạm macrocell. Và hình thức cuối cùng là inter-FAP, hình thức này xảy ra giữa các femtocell. Hình thức chuyển giao khá giống với kiểu hand-in, bởi vì người dùng kết nối tới một trạm phục vụ femtocell và hệ thống mạng phải chọn trạm femtocell này từ rất nhiều trạm phục vụ femtocell khác.



Hình 2.3. Các hình thức chuyển giao trong mạng di động femtocell

2.2.2.1. *Quá trình hand-in*

Chuyển giao từ trạm macrocell đến trạm femtocell là một thử thách lớn nhất của hệ thống mạng femtocell. Quá trình này không chỉ là chọn liệu trạm macrocell hay trạm femtocell, mà còn cần chọn chính xác trạm phục vụ femtocell giữa rất nhiều trạm

femtocell khác. Trong trường hợp trong vùng phủ của hệ thống mạng tế bào vĩ mô macrocell có hàng trăm trạm femtocell, và hệ thống mạng sử dụng thuật toán truyền thống cho quá trình hand-in, thì danh sách trạm femtocell lân cận sẽ là rất lớn và quá trình tính toán sẽ không đạt đủ nhanh để đảm bảo chất lượng phục vụ cho người dùng. Do đó mà sẽ có rất nhiều phương pháp tiếp cận sẽ được đề cập cho vấn đề này ở mục tiếp theo.

2.2.2.2. *Quá trình hand-off*

Quá trình chuyển giao từ trạm femtocell tới trạm macrocell được gọi là quá trình hand-off. Trong khi quá trình hand-in là một thử thách lớn và cần được nghiên cứu thêm, thì quá trình hand-off lại được xử lý một cách dễ dàng. Bởi vì khi thiết bị người dùng đo đặc cường độ tín hiệu từ các trạm lân cận để thực hiện quá trình chuyển giao, thì nó chỉ cần đo tín hiệu từ một vài trạm macrocell. Với chỉ hai hoặc ba trạm, thì việc đơn giản chỉ cần chọn trạm đích nào có tín hiệu lớn nhất. Kiểu thực hiện này khá giống với quá trình chuyển giao giữa các trạm macrocell với nhau.

2.2.2.3. *Quá trình inter-FAP*

Quá trình inter-FAP được thực hiện giữa hai trạm femtocell với nhau. Quá trình này khá giống với quá trình hand-in bởi vì có quá nhiều trạm đích để chọn từ hàng trăm trạm femtocell. Thường thì trạm femtocell phục vụ hiện tại và trạm femocell đích sẽ là gần nhau nên thường chúng sẽ được kết nối vào chung một mạng nội bộ, do đó khi so sánh với quá trình hand-in thì quá trình này có thể thực hiện được.

2.2.3. *Các điều kiện dùng để thực hiện quá trình chuyển giao*

Trong phần này luận văn sẽ đưa ra một vài yếu tố được dùng để xem xét cho việc quyết định thực hiện quá trình chuyển giao. Để làm tăng hiệu năng của hệ thống như giảm thiểu số lượng chuyển giao không cần thiết, thì việc quyết định thực hiện chuyển giao cần phải được thực hiện một cách chính xác nhất. Có rất nhiều yếu tố được xem xét sử dụng cho quá trình quyết định thực hiện chuyển giao như bên dưới đây.

- Cường độ tín hiệu nhận được RSS (Received Signal Strength): RSS bao gồm mất mát đường truyền (pathloss), độ khuếch đại của anten (antenna gain), mất mát của tín hiệu đa đường (lognormal shadowing and fast fading) trên tín hiệu hoa tiêu (pilot signal). RSS được xem như là cường độ tín hiệu hoa tiêu từ một

trạm phát sóng. Đây sẽ là tham số chính của thuật toán cho việc quyết định thực hiện chuyển giao.

$$RSS = RS \text{ transmit power} \times \text{path loss}$$

- Công suất nhiễu xuyên kênh nhận được RIP (Received Interference Power): RIP được xem như là cường độ tín hiệu hoa tiêu từ các trạm phát sóng hoặc từ những người dùng xung quanh. Nó bao gồm công suất nhiễu nhiệt và nó như là một tham số ảnh hưởng tới công suất nhiễu xuyên kênh trên đường truyền lên (uplink) .
- Chất lượng tín hiệu nhận được RSQ (received signal quality): RSQ được tính bằng tỷ số của RSS nhận được từ trạm phục vụ trên tổng số RIP nhận được tại UE. RSQ liên quan đến việc tính toán chất lượng nhận được của tín hiệu tham chiếu.
- Tốc độ di chuyển của UE: tốc độ di chuyển của UE cũng sẽ là một tham số được sử dụng trong các thuật toán quyết định chuyển giao, bởi vì nếu UE có tốc độ di chuyển lớn sẽ dẫn tới có quá nhiều quá trình chuyển giao không cần thiết.
- Năng lượng hiệu quả: tham số này liên quan tới thời gian hoạt động của quá pin, công suất truyền, và công suất tiêu thụ của thiết bị người dùng.
- Mất mát đường truyền: có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến mất mát đường truyền như là mất mát trong không gian, khúc xạ, nhiễu xạ, phản xạ, hấp thụ của môi trường. Mất mát đường truyền là một thử thách lớn cho việc ước lượng chính xác cường độ sóng.
- Kiểu lưu lượng đường truyền: tham số này được xét đến để đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS. Khi quá trình handover xảy ra thì trạm đích cần phải biết kiểu dịch vụ mà người dùng đang sử dụng, các kiểu dịch vụ là dịch vụ thời gian thực hay dịch vụ không phải thời gian thực, video, gọi thoại, và lưu lượng dữ liệu.
- Băng thông trống: tham số này dùng để giảm tải cho mạng tế bào bị tắc nghẽn. Khi mạng tế bào bị tắc nghẽn, hệ thống cần thực hiện cơ chế điều khiển truy cập để từ chối những yêu cầu truy cập mới của người dùng.
- Thời gian cư trú của người dùng: tham số này dùng để giải quyết vấn đề truy cập nhanh và rời khỏi nhanh của người dùng, đây là vấn đề dẫn tới những quá trình chuyển giao không cần thiết. Để giải quyết vấn đề này, hệ thống cần thiết

lập một giá trị thời gian cư trú phù hợp để cho phép thực hiện quá trình chuyển giao.

- Người dùng thành viên: tham số này liên quan đến nhóm người dùng đóng CSG hay nhóm người dùng mở.

2.2.4. Phân loại các thuật toán quyết định chuyển giao

Ở phần trước luận văn đã trình bày rất nhiều tham số được xét đến trong các thuật toán quyết định thực hiện quá trình chuyển giao. Dựa theo những tham số đó mà các thuật toán quyết định quá trình chuyển giao được phân loại như sau: các thuật toán dựa vào cường độ tín hiệu nhận được, các thuật toán dựa vào tốc độ di chuyển, các thuật toán dựa vào chi phí, các thuật toán dựa vào mức độ nhiễu, và các thuật toán dựa vào hiệu quả năng lượng [16].

- Các thuật toán dựa vào cường độ tín hiệu: Mục đích của thuật toán này là để giảm các lần chuyển giao không cần thiết và tránh việc thực hiện chuyển giao qua lại giữa các trạm phục vụ. Ý tưởng của thuật toán này là so sánh cường độ tín hiệu nhận được RSS của trạm phục vụ hiện tại và trạm đích. Một trong các thuật toán này được giới thiệu trong bài báo [21]. Ý tưởng chính của bài báo [21] là tổng hợp cường độ tín hiệu nhận được RSS của mạng tế bào vĩ mô macrocell và các trạm phục vụ femtocell để cân bằng công suất truyền không đồng đều giữa chúng.
- Các thuật toán dựa vào tốc độ di chuyển: các thuật toán thuộc loại này có mục đích chủ yếu nhằm giảm bớt số lượng chuyển giao gây ra bởi tốc độ di chuyển của người dùng UE. Tham số tốc độ của UE được thiết lập là một giá trị ngưỡng tuyệt đối, và ý tưởng chính của thuật toán loại này là nếu tốc độ của UE vượt quá giá trị tốc độ ngưỡng, thì đường kết nối của người dùng sẽ được ưu tiên chuyển đến trạm tế bào vĩ mô macrocell. Tuy nhiên các thuật toán loại này thường không chỉ sử dụng giá trị tốc độ di chuyển, mà chúng còn sử dụng kết hợp với các tham số khác như là kiểu lưu lượng đường truyền, băng thông trống và cường độ tín hiệu nhận được. Công trình mô tả trong bài báo [22] là một ví dụ cho kiểu thuật toán này, nó kết hợp tốc độ di chuyển của UE với kiểu lưu lượng đường truyền để đưa ra quyết định thực hiện chuyển giao. Thuật toán trong bài báo [22] còn sử dụng thêm cả thuật toán dự đoán di chuyển để dự đoán sự dịch chuyển của người dùng.

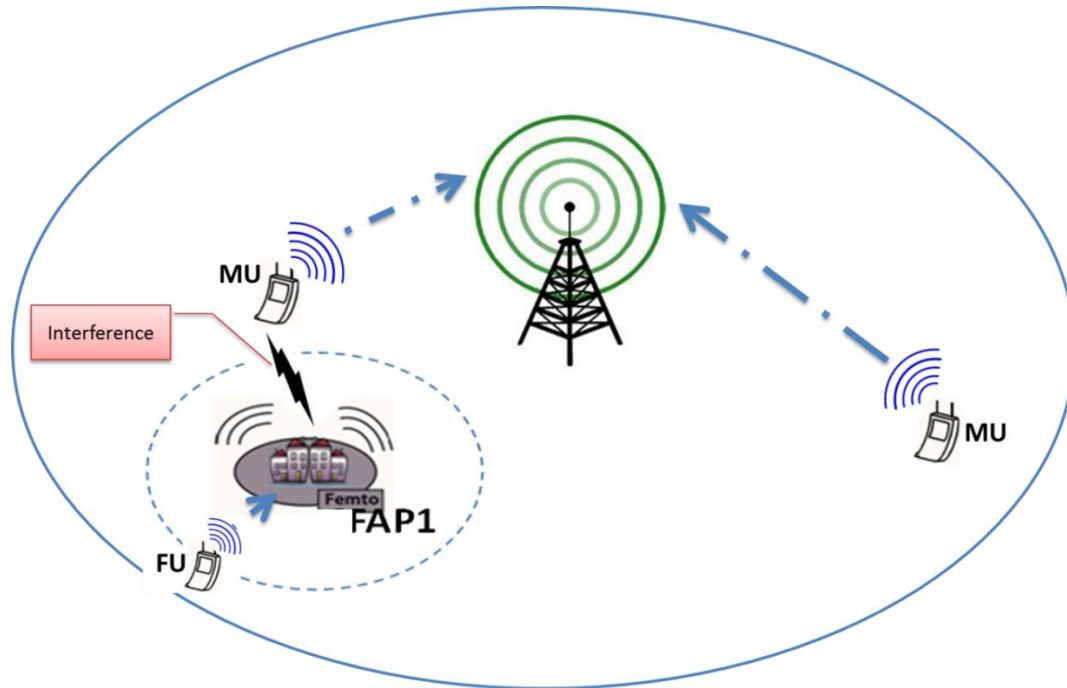
- Các thuật toán dựa vào hàm chi phí: hàm chi phí là phần chính của các thuật toán kiểu này, hàm chi phí được tổng hợp từ rất nhiều tham số của việc quyết định thực hiện chuyển giao, mục đích chính của nó nhằm nâng cao sự di động cho các femtocell. Ý tưởng chính của thuật toán kiểu này là so sánh kết quả của hàm chi phí của trạm phục vụ hiện tại với các trạm đích. Công trình được đề cập trong bài báo [23] đã đề xuất một hàm chi phí biểu thị cho trạng thái của người dùng, hàm này gồm các tham số tốc độ di chuyển, kiểu lưu lượng đường truyền, và tỷ số tín hiệu SINR. Để thực hiện quá trình chuyển giao thì cần phải thỏa mãn điều kiện kết quả của hàm chi phí lớn hơn hoặc bằng 0.
- Các thuật toán dựa vào mức độ nhiễu: các thuật toán kiểu này có mục đích nhằm giảm số lượng chuyển giao không cần thiết trong mạng hai tầng giữa mạng tế bào vĩ mô macrocell và mạng femtocell. Ý tưởng chính của các thuật toán kiểu này là tính toán mức độ nhiễu xuyên kênh của hệ thống mạng, bằng cách sử dụng các tham số như là chất lượng nhận được từ tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Received Quality), công suất tín hiệu nhận được từ tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Received Power), và chất lượng tín hiệu nhận được RSQ. Những tham số này được sử dụng cho việc đánh giá mức độ nhiễu xuyên kênh ở mức độ người dùng hoặc mức độ hệ thống mạng. Quá trình chuyển giao được thực hiện khi việc tính toán mức độ nhiễu xuyên kênh thỏa mãn với giá trị ngưỡng cho trước. Trong tài liệu [24] các tác giả đã đề xuất một thuật toán hiệu quả và dễ dàng thực hiện được cho hệ thống mạng với các femtocell. Thuật toán mà các tác giả đưa ra sử dụng các tham số truyền thống như là RSSI (Received Signal Strength Indicator) hay CINR (Carrier to Interference plus Noise Ratio) cho việc quyết định thực hiện quá trình chuyển giao, và những giá trị này có thể điều chỉnh linh hoạt để đạt được hiệu quả tối ưu nhất.
- Các thuật toán dựa vào hiệu quả năng lượng: thuật toán kiểu này có mục đích tối ưu tiết kiệm năng lượng cho các trạm phục vụ và công suất truyền của thiết bị người dùng. Thuật toán dựa vào sự hiệu quả năng lượng để đưa ra quyết định thực hiện các quá trình chuyển giao. Công trình trong bài báo [25] mô tả một thuật toán có tên là UPCM (UE Power Consumption Minisation), thuật toán này tập trung vào việc giảm thiểu công suất tiêu thụ của thiết bị người dùng trong hệ

thông mạng di động LTE - Femtocell. Thuật toán UPCM sử dụng một hàm công suất tiêu thụ của thiết bị người dùng với nhiều tham số như là: công suất truyền tín hiệu của trạm đích, công suất nhiễu nhận được ở trạm đích, tần số hoạt động, mức độ trống của băng thông, trạng thái thành viên của người dùng, công suất sử dụng của thiết bị người dùng, và mức độ giới hạn nhiễu ở trạm đích.

Ở phần này luận văn đã đưa ra những khảo sát về các thuật toán sử dụng cho việc quyết định thực hiện quá trình chuyển giao. Tất cả các thuật toán đều được hình thành dựa trên hệ thống mạng hai tầng macrocell và femtocell. Qua đây luận văn nhận ra rằng cường độ tín hiệu nhận được RSS, tốc độ di chuyển của người dùng, và mức độ trống của băng thông là những tham số được sử dụng nhiều nhất. Do các thuật toán đều sử dụng rất nhiều các điều kiện và tham số khác nhau, nên việc phân loại các thuật toán chỉ mang tính tương đối. Dựa vào kiến thức tìm hiểu ở phần này, luận văn đã đề xuất ra một thuật toán mới dùng cho việc quyết định thực hiện quá trình chuyển giao, thuật toán này nhằm mục đích giảm thiểu số lượng thực hiện chuyển giao không cần thiết, đồng thời đảm bảo được chất lượng dịch vụ của người dùng QoS, và tăng thời gian sử dụng quả pin của thiết bị người dùng.

2.3. Quản lý nhiễu xuyên kênh trong hệ thống mạng LTE - Femtocell

2.3.1. Quản lý nhiễu xuyên kênh ở đường lên

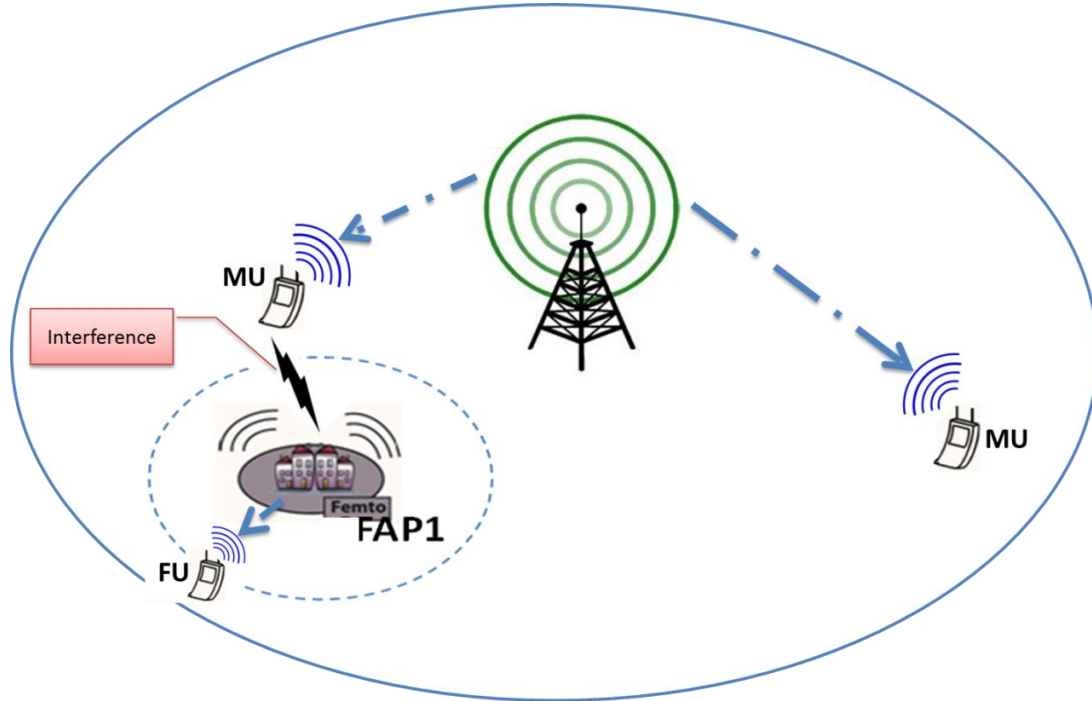


Hình 2.4. Quản lý nhiễu xuyên kênh ở đường lên

Hình 2.4 mô tả trường hợp khi người dùng di động MU đang di chuyển gần về vùng phủ sóng của một trạm FAP. Trong trường hợp này, tín hiệu đường lên của MU có thể gây nhiễu cho trạm FAP khi mà trạm FAP đó đang sử dụng chung phổ tần số với tín hiệu đường lên của MU. Sự tác động này càng tăng lên khi MU càng dịch chuyển gần về phía trạm FAP. Sự ảnh hưởng này trở nên tồi tệ khi mà tín hiệu đường lên của FU tới FAP bị mất kết nối do nhiễu quá lớn tại trạm FAP.

Để giải quyết cho trường hợp này, MU cần thực hiện quá trình chuyển giao tới FAP ngay khi đi vào vùng phủ của FAP. Sự triển khai hệ thống mạng cho phép các FAP hoạt động cả ở chế độ đóng (CSG) hay chế độ mở, nhưng trong trường hợp này dù cho FAP đang hoạt động ở chế độ đóng (CSG) thì vẫn cần phải thực hiện quá trình chuyển giao cho MU để giảm thiểu tác động xấu đến chất lượng đường truyền phục vụ.

2.3.2. Quản lý nhiễu xuyên kênh ở đường xuống



Hình 2.5. Quản lý nhiễu xuyên kênh ở đường xuống

Hình 2.5 mô tả trường hợp khi người dùng di động MU đang di chuyển gần về vùng phủ sóng của một trạm FAP. Trong trường hợp này, tín hiệu đường xuống của MU có thể bị ảnh hưởng nhiều khi mà trạm FAP đó đang sử dụng chung phổ tần số với tín hiệu đường xuống của MU. Sự tác động này càng tăng lên khi MU càng dịch chuyển gần về phía trạm FAP. Sự ảnh hưởng này trở nên tồi tệ khi mà tín hiệu đường xuống của MU tới MBS bị mất kết nối do nhiễu quá lớn gây ra từ trạm FAP.

Để giải quyết cho trường hợp này, MU cần thực hiện ngay quá trình chuyển giao tới FAP ngay khi đi vào vùng phủ của FAP. Ngay khi MU nhận biết chất lượng tín hiệu đường truyền thu được (SINR) đang giảm nghiêm trọng, thì MU sẽ yêu cầu thực hiện quá trình chuyển giao tới FAP lân cận nó. Sự triển khai hệ thống mạng cho phép các FAP hoạt động cả ở chế độ đóng (CSG) hay chế độ mở, nhưng trong trường hợp này dù cho FAP đang hoạt động ở chế độ đóng (CSG) thì vẫn cần phải thực hiện quá trình chuyển giao cho MU để giảm thiểu tác động xấu đến chất lượng đường truyền phục vụ.

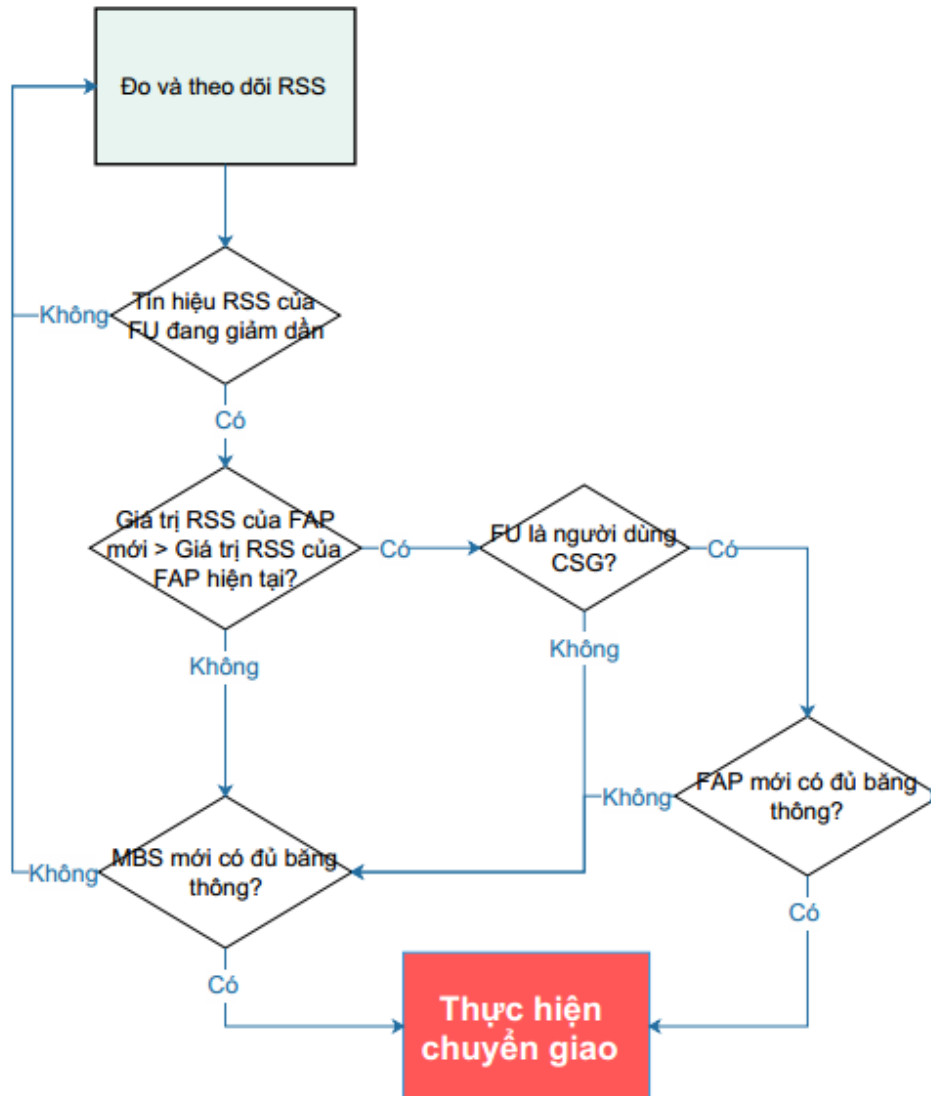
Trong phạm vi của bài luận văn này, luận văn sẽ chỉ tập trung vào các cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao, để giảm thiểu số lần chuyển giao không thành công và

giải quyết vấn đề quản lý nhiều xuyên kênh ở đường xuống trong trường hợp người dùng di chuyển quanh các trạm FAP.

2.4. Các cơ chế quyết định chuyển giao trong hệ thống mạng LTE - Femtocell

2.4.1. Cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu (Power-based scheme) [21]

2.4.1.1. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell (femtocell user)



Hình 2.6. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell theo cơ chế Power-based scheme

Khi người dùng femtocell (Femtocell User - FU) di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của trạm truy cập femtocell (Femtocell Access Point - FAP) đang phục vụ, hay đi vào vùng phủ sóng của một trạm FAP lân cận, thì công suất tín hiệu RSS (Received Signal Strength) của FU với trạm FAP đang phục vụ sẽ giảm xuống, hay công suất tín hiệu

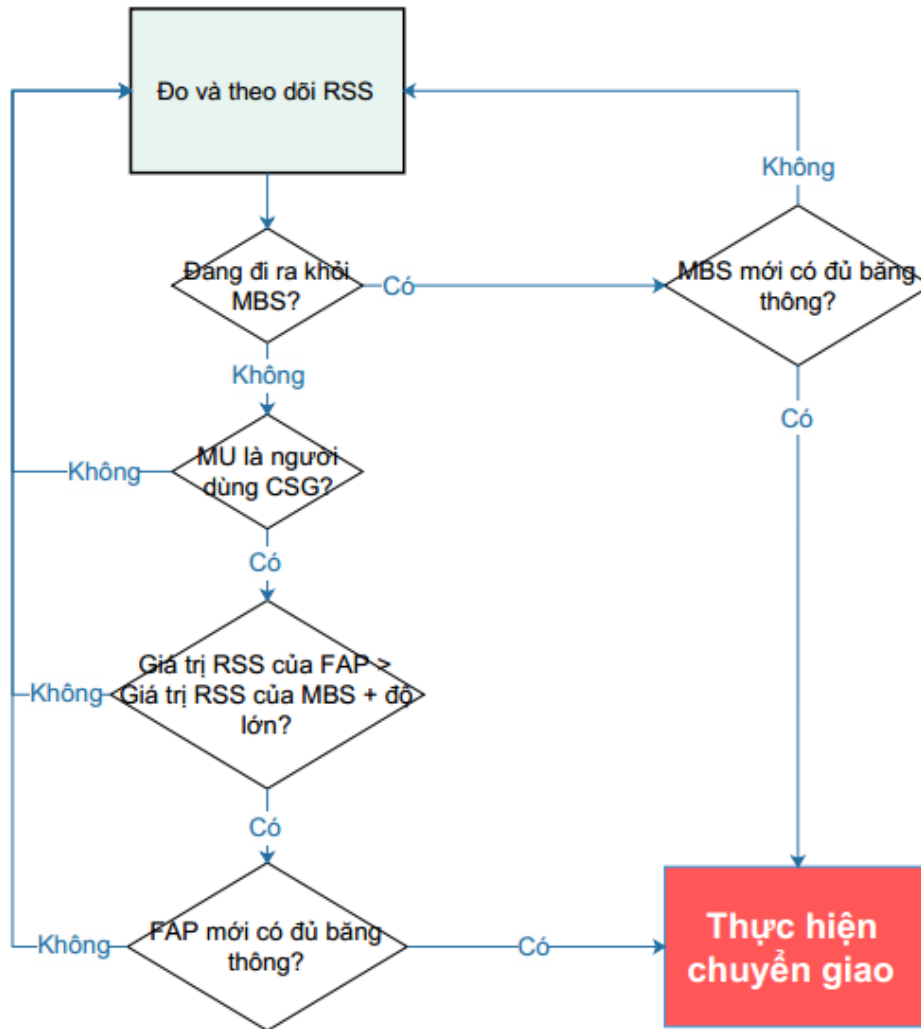
RSS của FU với trạm FAP mới sẽ tăng dần lên, khi công suất tín hiệu RSS của FU đạt đủ điều kiện thì quá trình chuyển giao sẽ được thực thi. Cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu sẽ chỉ theo dõi công suất tín hiệu RSS của FU, để từ đó xác định FU đang trong những trạng thái cần được thực hiện quá trình chuyển giao. Khi FU đang di chuyển ra ngoài vùng phủ sóng của trạm FAP phục vụ, thì FU có thể gặp trường hợp là xung quanh FU không có các trạm FAP lân cận, hoặc có một hay nhiều trạm FAP lân cận.

Trong trường hợp FU đang đi vào vùng không có trạm FAP, FU sẽ thu thập thông tin về công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm cơ sở macrocell (Macrocell Base Station - MBS) xung quanh, sau đó dựa vào những thông tin gửi về từ FU và trạng thái tài nguyên của trạm MBS đích, FAP sẽ đưa ra quyết định thực hiện quá trình chuyển giao đến MBS đích.

Trong trường hợp FU đang di chuyển vào vùng có một hay nhiều trạm FAP, FU sẽ cố gắng thu thập thông tin về công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm FAP xung quanh, và sau đó gửi thông tin đo được về cho trạm FAP phục vụ. Nếu FU là thành viên trong nhóm người dùng dịch vụ đóng (Closed Subscriber Group - CSG), và sau khi kết hợp với thông tin về trạng thái tài nguyên của FAP đích, FAP sẽ thực hiện quá trình chuyển giao tới trạm FAP đích có công suất tín hiệu RSS tốt nhất. Nếu FU không phải là thành viên trong nhóm người dùng dịch vụ CSG, thì quá trình chuyển giao giữa FU và trạm FAP đích sẽ không xảy ra.

2.4.1.2. *Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell (macrocell user)*

Tương tự như trường hợp cho người dùng FU, khi người dùng macrocell (Macrocell User - MU) di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của trạm MBS đang phục vụ, hay đi vào vùng phủ sóng của một hay nhiều trạm FAP lân cận, thì công suất tín hiệu RSS của MU với trạm MBS đang phục vụ sẽ giảm xuống, hay công suất tín hiệu RSS của MU với trạm FAP mới sẽ tăng dần lên, khi công suất tín hiệu RSS của MU đạt đủ điều kiện thì quá trình chuyển giao sẽ được thực thi. Cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu sẽ chỉ theo dõi công suất tín hiệu RSS của MU, để từ đó xác định MU đang trong những trạng thái cần được thực hiện quá trình chuyển giao.



Hình 2.7. Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell theo cơ chế Power-based scheme

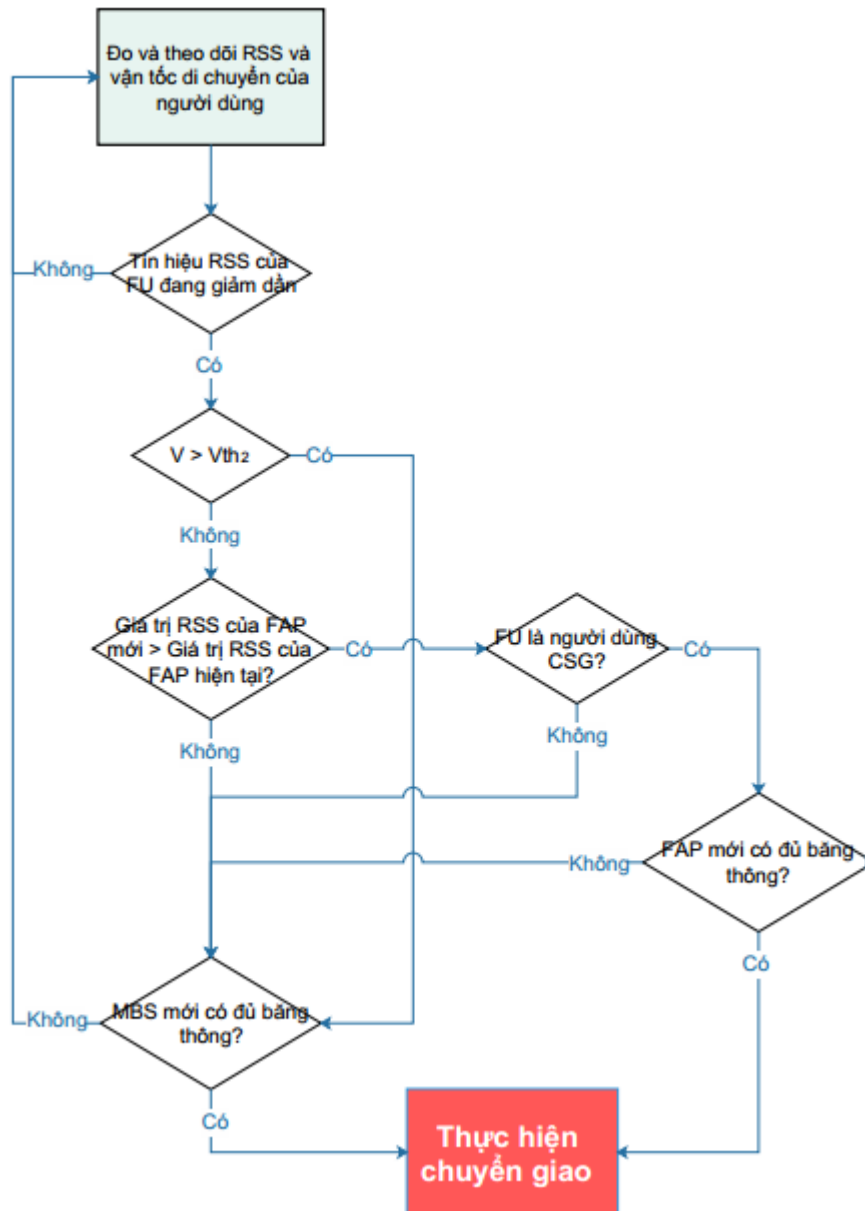
Khi MU đang di chuyển ra ngoài vùng phủ sóng của trạm MBS phục vụ, thì MU sẽ thu thập thông tin về công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm MBS xung quanh, sau đó MU sẽ gửi báo cáo về cho trạm MBS phục vụ. Dựa vào những thông tin đó và trạng thái tài nguyên của trạm MBS đích mà MBS phục vụ sẽ đưa ra quyết định thực hiện quá trình chuyển giao.

Trong trường hợp MU đang đi vào vùng có một hay nhiều trạm FAP, công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm FAP lân cận sẽ tăng lên và cho phép MU thực hiện quá trình chuyển giao. MU sẽ cố gắng thu thập thông tin về công suất tín hiệu nhận được từ các trạm FAP xung quanh nó, và gửi báo cáo về cho MBS phục vụ. Nếu MU đã là thành viên trong nhóm người dùng dịch vụ CSG, thì sau khi kết hợp với thông tin về trạng thái tài nguyên của FAP đích, MBS sẽ cho phép MU thực hiện quá trình

chuyển giao tới trạm FAP đích có công suất tín hiệu RSS nhận được tốt nhất. Nếu MU không nằm trong danh sách nhóm người dùng dịch vụ CSG, quá trình chuyển giao kết nối giữa MU và FAP đích sẽ không xảy ra.

2.4.2. Cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển của người dùng (Velocity-based scheme) [27]

2.4.2.1. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell (femtocell user)



Hình 2.8. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell theo cơ chế Velocity-based scheme

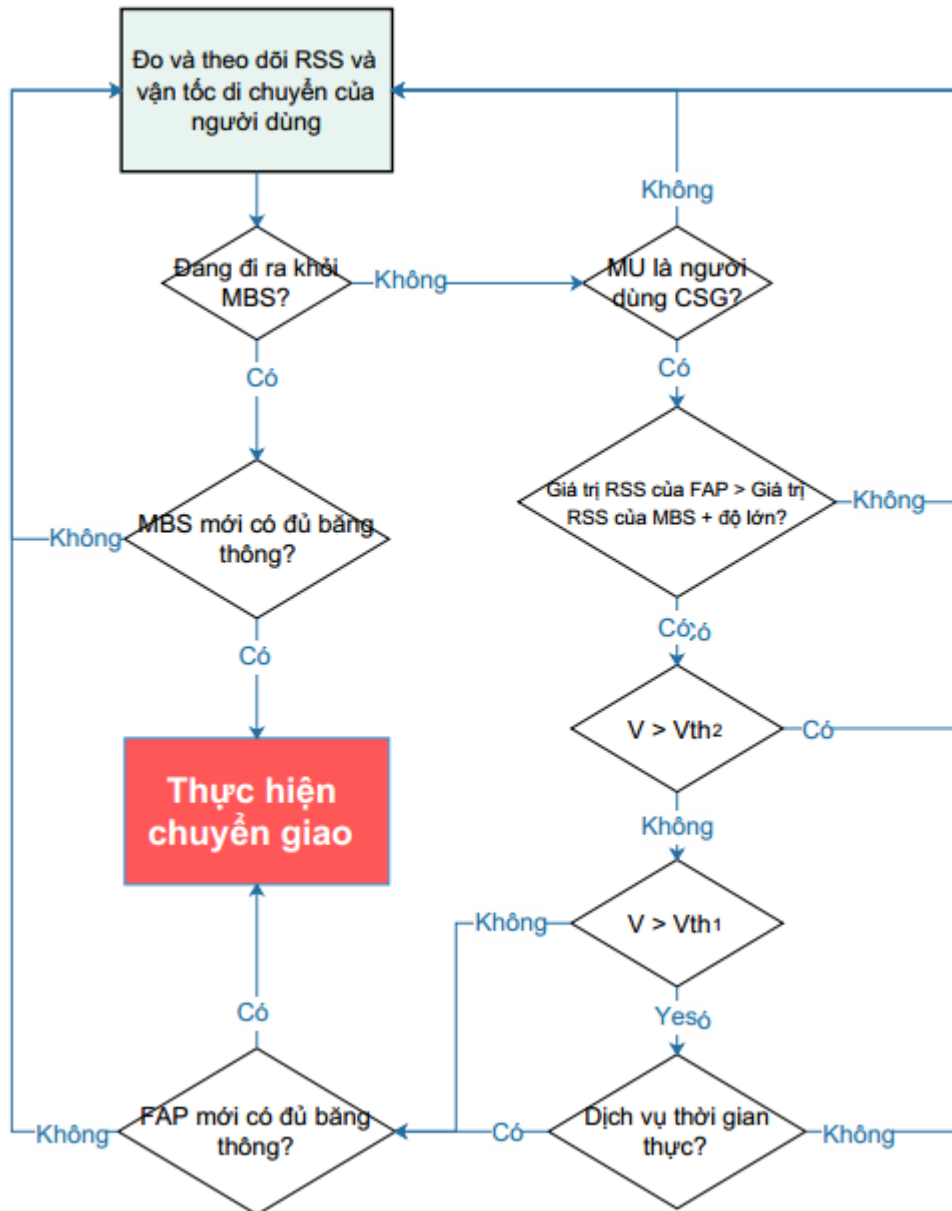
Khi người dùng FU di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của trạm FAP đang phục vụ, hay đi vào vùng phủ sóng của một trạm FAP lân cận, thì công suất tín hiệu RSS của

FU với trạm FAP đang phục vụ sẽ giảm xuống, hay công suất tín hiệu RSS của FU với trạm FAP mới sẽ tăng dần lên, khi công suất tín hiệu RSS của FU đạt đủ điều kiện thì quá trình chuyển giao sẽ được thực thi. Cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển của người dùng sẽ theo dõi công suất tín hiệu RSS và vận tốc di chuyển của FU, để từ đó xác định FU đang trong những trạng thái cần được thực hiện quá trình chuyển giao.

Khi cường độ tín hiệu RSS nhận được của FU với trạm FAP phục vụ giảm dần, FAP phục vụ sẽ dựa vào thông tin vận tốc di chuyển của FU mà đưa ra quyết định, liệu FU nên thực hiện chuyển giao đến MBS hay các trạm FAP lân cận. Nếu vận tốc di chuyển của FU là lớn hơn giá trị mức ngưỡng V_{th2} , thì FU sẽ ưu tiên thực hiện ngay quá trình đo công suất tín hiệu RSS nhận được từ các MBS xung quanh, và sau đó thực hiện chuyển giao đến MBS đích có công suất tín hiệu RSS nhận được tốt nhất. Việc quyết định này sẽ làm giảm số lần chuyển giao không cần thiết với các trạm FAP, do thời gian lưu trú quá ngắn trong các trạm FAP đích. Nếu vận tốc của FU không vượt quá ngưỡng giá trị định sẵn, thì FU được phép thực hiện quá trình chuyển giao đến các FAP lân cận, khi mà FU đang di chuyển vào vùng phủ sóng của một hay nhiều trạm FAP.

Trong trường hợp vận tốc di chuyển của FU không vượt quá giá trị ngưỡng định sẵn thì hoạt động của cơ chế này là giống với cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào công suất nhận cho người dùng FU được đã trình bày ở trên.

2.4.2.2. *Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell (macrocell user)*



Hình 2.9. Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell theo cơ chế Velocity-based scheme

Tương tự như trường hợp cho người dùng FU, khi người dùng MU di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của trạm MBS đang phục vụ, hay đi vào vùng phủ sóng của một hay nhiều trạm FAP lân cận, thì công suất tín hiệu RSS của MU với trạm MBS đang phục vụ sẽ giảm xuống, hay công suất tín hiệu RSS của MU với trạm FAP mới sẽ tăng dần lên, khi công suất tín hiệu RSS của MU đạt đủ điều kiện thì quá trình chuyển giao sẽ được thực thi. Cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển của người dùng sẽ theo dõi công suất tín hiệu RSS và vận tốc di chuyển của MU, để từ đó xác định MU đang trong những trạng thái cần được thực hiện quá trình chuyển giao.

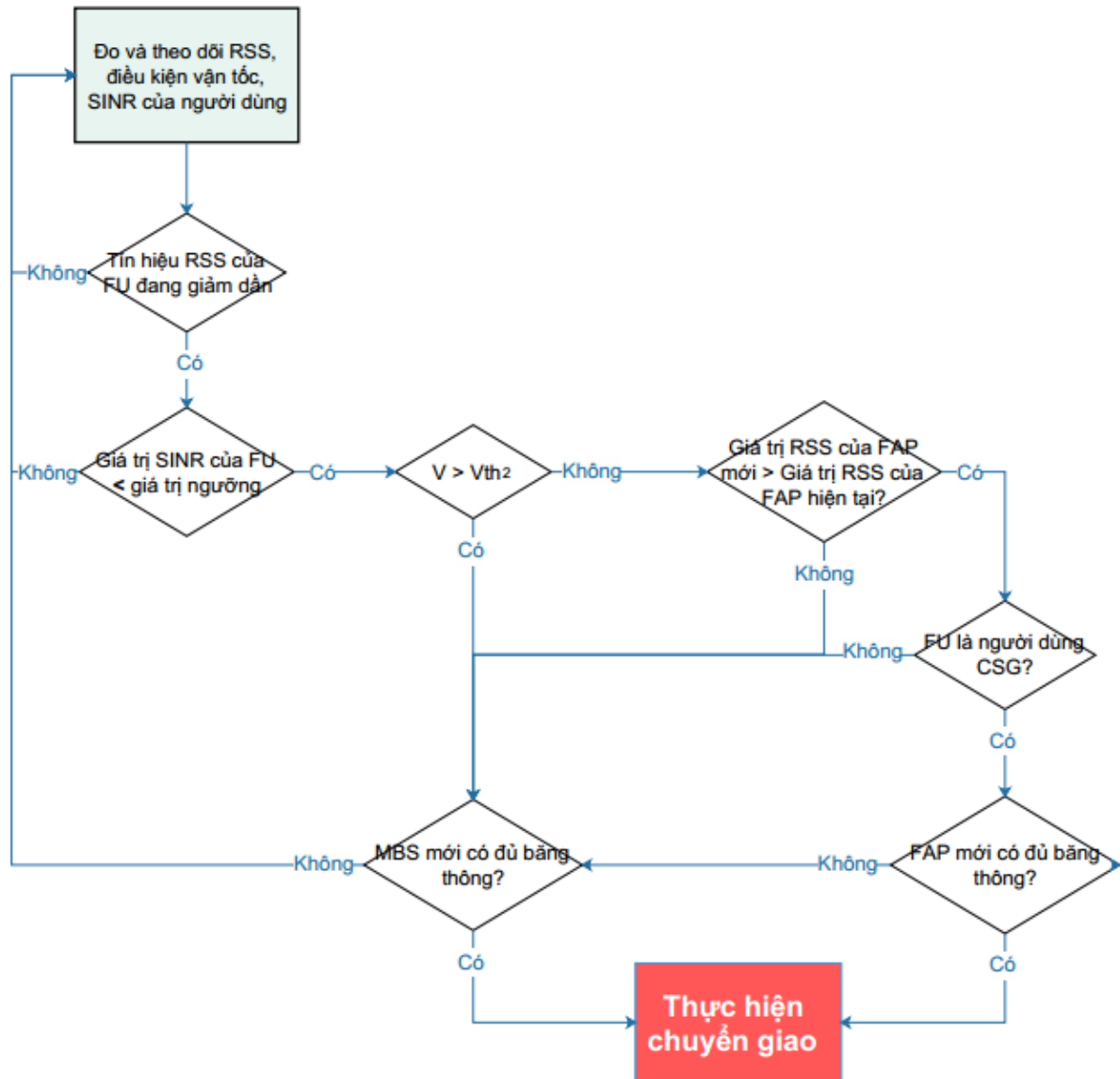
Trong trường hợp MU đang di chuyển ra ngoài vùng phủ sóng của trạm MBS phục vụ, thì cơ chế này sẽ hoạt động đơn giản bằng việc MU sẽ thu thập thông tin về công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm MBS xung quanh, sau đó MU sẽ gửi báo cáo về cho trạm MBS phục vụ. Dựa vào những thông tin đó và trạng thái tài nguyên của trạm MBS đích mà MBS phục vụ sẽ đưa ra quyết định thực hiện quá trình chuyển giao.

Trong trường hợp MU đang đi vào vùng có một hay nhiều trạm FAP, công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm FAP lân cận sẽ tăng lên và cho phép MU thực hiện quá trình chuyển giao. MU sẽ cố gắng thu thập thông tin về công suất tín hiệu nhận được từ các trạm FAP xung quanh nó, và liên tục theo dõi vận tốc di chuyển của MU, sau đó gửi báo cáo về cho MBS phục vụ. Nếu vận tốc di chuyển của MU là lớn hơn giá trị mức ngưỡng V_{th2} thì MU sẽ không nên thực hiện quá trình chuyển giao tới các FAP đích. Việc quyết định này sẽ làm giảm số lần quá trình chuyển giao không cần thiết với các trạm FAP, bởi thời gian lưu trú trong các trạm FAP đích là quá ngắn.

Nếu MU đã là thành viên trong nhóm người dùng dịch vụ CSG, và vận tốc di chuyển của MU là nhỏ hơn giá trị ngưỡng V_{th1} , thì sau khi thu thập thông tin từ các trạm FAP lân cận, MU sẽ thực hiện quá trình chuyển giao tới trạm FAP đích có công suất tín hiệu RSS nhận được lớn nhất. Trong trường hợp MU đã là thành viên trong nhóm người dùng dịch vụ CSG, nhưng vận tốc di chuyển của MU là lớn hơn giá trị ngưỡng V_{th1} , thì hệ thống sẽ xem xét liệu MU đang sử dụng dịch vụ thời gian thực hay không, nếu MU đang dùng dịch vụ không phải thời gian thực thì MU không cần phải thực hiện quá trình chuyển giao tới các FAP đích. Khi các FAP hoạt động ở chế độ đóng CSG, nếu MU không nằm trong danh sách người dùng dịch vụ CSG, thì quá trình chuyển giao giữa MU và trạm FAP đích sẽ không thể xảy ra.

2.4.3. Cơ chế quyết định chuyển giao mới (New handover decision scheme)

2.4.3.1. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell (femtocell user)



Hình 2.10. Quá trình chuyển giao cho người dùng femtocell theo cơ chế mới

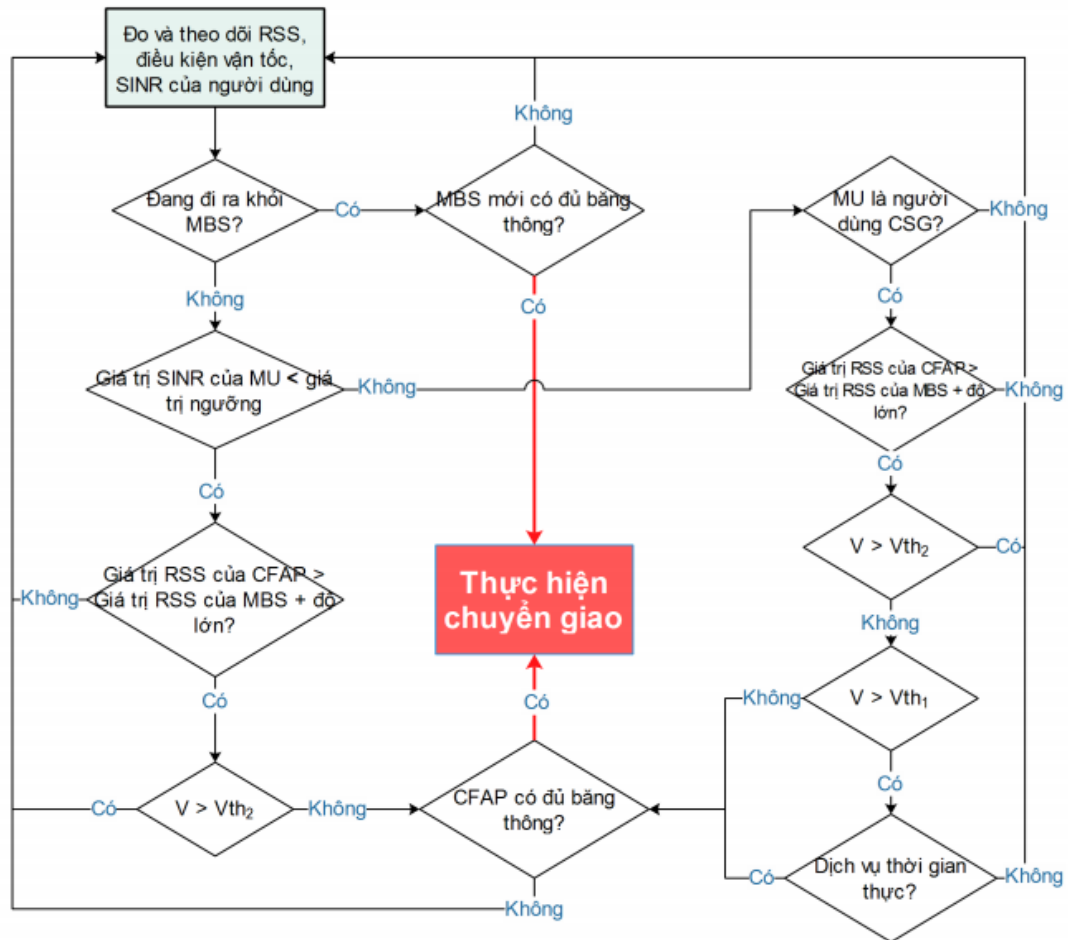
Khi người dùng FU di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của trạm FAP đang phục vụ, hay đi vào vùng phủ sóng của một trạm FAP lân cận, thì công suất tín hiệu RSS của FU với trạm FAP đang phục vụ sẽ giảm xuống, hay công suất tín hiệu RSS của FU với trạm FAP mới sẽ tăng dần lên, khi công suất tín hiệu RSS của FU đạt đủ điều kiện thì quá trình chuyển giao sẽ được thực thi. Cơ chế quyết định chuyển giao mới này sẽ theo dõi cường độ tín hiệu hoa tiêu nhận được RSS, vận tốc di chuyển của người dùng, và chất lượng tín hiệu thu được SINR (Signal to interference plus noise ratio) của người dùng để từ đó xác định thiết bị người dùng đang trong những trạng thái cần được thực hiện quá trình chuyển giao.

Khi cường độ tín hiệu RSS nhận được của FU với trạm FAP phục vụ giảm dần, FAP phục vụ sẽ dựa vào thông tin chất lượng tín hiệu thu được SINR và vận tốc di chuyển của FU mà đưa ra quyết định, liệu FU nên thực hiện chuyển giao đến MBS hay các trạm FAP lân cận.

Việc cùng sử dụng tham số thông tin vận tốc di chuyển của người dùng và chất lượng tín hiệu thu được SINR, sẽ giúp cho việc quyết định thực hiện chuyển giao thêm chính xác. Tham số vận tốc di chuyển của người dùng được sử dụng như ở cơ chế trước, và ngoài ra còn được sử dụng như một tham số phục vụ cho việc tính khoảng thời gian người dùng đã kết nối tới trạm đang phục vụ. Nhờ việc sử dụng tham số vận tốc di chuyển của người dùng linh hoạt mà hệ thống sẽ giảm đáng kể những lần chuyển giao qua lại, trong trường hợp người dùng đang ở vị trí giao nhau giữa vùng phủ sóng của các trạm cơ sở. Thông tin về chất lượng tín hiệu thu được SINR sẽ giúp cho thiết bị người dùng lưu trú trong trạm truy cập hiện tại lâu nhất có thể, khi mà chất lượng tín hiệu thu được trên kênh truyền người dùng đang sử dụng vẫn đủ để đáp ứng dịch vụ cho người dùng.

Trong trường hợp khoảng thời gian người dùng đã kết nối tới trạm đang phục vụ FAP hiện tại được thỏa mãn, và chất lượng tín hiệu thu được SINR giảm xuống dưới mức ngưỡng không thể đáp ứng đủ dịch vụ cho người dùng, thì hoạt động của cơ chế này là giống với cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển của người dùng cho người dùng FU đã trình bày ở trên.

2.4.3.2. Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell (macrocell user)



Hình 2.11. Quá trình chuyển giao cho người dùng macrocell theo cơ chế mới

Tương tự như trường hợp cho người dùng FU, khi người dùng MU di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của trạm MBS đang phục vụ, hay đi vào vùng phủ sóng của một hay nhiều trạm FAP lân cận, thì công suất tín hiệu RSS của MU với trạm MBS đang phục vụ sẽ giảm xuống, hay công suất tín hiệu RSS của MU với trạm FAP mới sẽ tăng dần lên, khi công suất tín hiệu RSS của MU đạt đủ điều kiện thì quá trình chuyển giao sẽ được thực thi. Cơ chế quyết định chuyển giao mới này sẽ theo dõi cường độ tín hiệu hoa tiêu nhận được RSS, vận tốc di chuyển của người dùng, và chất lượng tín hiệu thu được SINR (Signal to interference plus noise ratio) của người dùng MU, để từ đó xác định MU đang trong những trạng thái cần được thực hiện quá trình chuyển giao.

Trong trường hợp MU đang di chuyển ra ngoài vùng phủ sóng của trạm MBS phục vụ, thì cơ chế này sẽ hoạt động đơn giản bằng việc MU sẽ thu thập thông tin về công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm MBS xung quanh, sau đó MU sẽ gửi báo cáo về cho trạm MBS phục vụ. Dựa vào những thông tin đó và trạng thái tài nguyên của

trạm MBS đích mà MBS phục vụ sẽ đưa ra quyết định thực hiện quá trình chuyển giao.

Trong trường hợp MU đang đi vào vùng có một hay nhiều trạm FAP, công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm FAP lân cận sẽ tăng lên, và đồng thời chất lượng tín hiệu thu được xuống SINR của MU có thể bị suy giảm nhanh chóng, sự suy giảm này sẽ là nghiêm trọng nếu trạm FAP lân cận đang sử dụng chung phổ tần số với kênh truyền đang được sử dụng bởi MU. Để đảm bảo chất lượng dịch vụ cho người dùng trong trường hợp này, hệ thống cần ngay lập tức thực hiện quá trình chuyển giao cho MU tới một trong các trạm FAP lân cận. Nhưng việc quyết định thực hiện quá trình chuyển giao tới trạm FAP lân cận chỉ dựa vào thông tin chất lượng tín hiệu thu được SINR, cũng có thể dẫn đến gia tăng số lần chuyển giao không cần thiết. Bởi vì nếu tốc độ di chuyển của người dùng là nhanh thì khoảng thời gian bị ảnh hưởng tới chất lượng dịch vụ là nhỏ, và sau đó chất lượng dịch vụ sẽ nhanh chóng được phục hồi khi người dùng di chuyển ra xa vùng hoạt động của trạm FAP đó. Trong trường hợp chất lượng tín hiệu thu được SINR của MU bị suy giảm nghiêm trọng dưới mức ngưỡng cho phép, và tốc độ di chuyển của MU nhỏ hơn mức ngưỡng V_{th2} định sẵn, thì MU sẽ được phép thực hiện quá trình chuyển giao tới trạm FAP lân cận, dù cho FAP lân cận đó đang hoạt động ở chế độ người dùng đóng CSG và MU không nằm trong danh sách người dùng đóng CSG của nó.

Trong trường hợp MU đang đi vào vùng có một hay nhiều trạm FAP, công suất tín hiệu RSS nhận được từ các trạm FAP sẽ tăng lên, nhưng chất lượng tín hiệu thu được SINR của MU vẫn đủ điều kiện để duy trì chất lượng dịch vụ tốt nhất cho người dùng, thì hoạt động của cơ chế này là giống với cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển của người dùng MU đã trình bày ở trên.

Chương 3. Mô phỏng và phân tích kết quả mô phỏng

3.1. Mô hình tính toán mất mát đường truyền chuẩn

Luận văn sử dụng các mô hình mất mát đường truyền đã được chuẩn hóa theo tổ chức ITU. Đường truyền tín hiệu từ trạm cơ sở đến người dùng có thể được phân thành bốn loại chính là: trong nhà tới trong nhà (indoor to indoor), trong nhà tới ngoài trời (indoor to outdoor), ngoài trời tới ngoài trời (outdoor to outdoor), và ngoài trời tới trong nhà (outdoor to indoor) [26]. Các mô hình mất mát đường truyền được tóm tắt trong bảng 3.1 sau.

Bảng 3.1. Các mô hình mất mát đường truyền được chuẩn hóa theo ITU

Các tham số	Giá trị
Mất mát do tường ngoài (wall loss)	20dB [26]
Mất mát do cửa sổ (window loss)	5dB [26]
Độ lệch chuẩn mất mát cho đường truyền trong nhà đến trong nhà	ITU P.1238 [26]
Độ lệch chuẩn mất mát cho đường truyền trong nhà đến ngoài trời	ITU P.1411 [26] + wall/window loss
Độ lệch chuẩn mất mát cho đường truyền ngoài trời đến ngoài trời	Cost231 [26] -Okumura-Hata [26] cho trường hợp ở rìa của vùng phủ ITU P.1411 [26] cho trường hợp ở trong vùng phủ
Độ lệch chuẩn mất mát cho đường truyền ngoài trời đến trong nhà	Cost231 [26]-Okumura-Hata [26] + wall/window loss cho trường hợp ở rìa của vùng phủ ITU P.1411 [26] + wall/window loss cho trường hợp ở trong vùng phủ
Tần số hoạt động	2GHz [26]

Mô hình Cost231-Okumura-Hata được chấp nhận và sử dụng rộng rãi trong hệ thống truyền thông tế bào di động. Mô hình toán học được biểu diễn như sau:

$$L(\text{dB}) = 46.3 + 33.9\log_{10}(f) - 13.82\log_{10}(h_b) + (44.9 - 6.55\log_{10}(h_b)) \times \log_{10}(d) - F(h_m) + C \quad (3.1)$$

Với

$$F(h_m) = (1.1 \log_{10}(f) - 0.7) \times h_m - (1.56 \log_{10}(f) - 0.8) \quad (3.2)$$

Và $C = 0\text{dB}$ cho các thành phố có kích cỡ nhỏ và vừa.

Tham số f : tần số hoạt động (MHz); h_b : chiều cao của trạm cơ sở [m]; h_m : chiều cao của trạm đích hay người dùng [m]; d : khoảng cách từ trạm cơ sở đến người dùng [km].

Mô hình ITU P.1411 được thiết kế cho các hệ thống ngoài trời có vùng phủ nhỏ. Mô hình truyền thẳng line-of-sight (LOS) của P.1441 được khuyến khích dùng cho các trường hợp mà hai trạm nhìn thấy nhau nhưng lại được bao quanh bởi các tòa nhà. Luận văn sử dụng mô hình mất mát đường truyền cho khoảng cách nhỏ trong luận văn này, mô hình toán học được biểu diễn như sau:

$$L(\text{dB}) = \begin{cases} L_{bp} + 20 \log_{10}(d/R_{bp}) & \text{for } d \leq R_{bp} \\ L_{bp} + 40 \log_{10}(d/R_{bp}) & \text{for } d > R_{bp} \end{cases} \quad (3.3)$$

Với khoảng cách ngắt (breakpoint distance) là $R_{bp} = 4h_b h_m / \lambda$, và giá trị mất mát cơ sở cho truyền dẫn ở khoảng cách ngắt là:

$$L_{bp}(\text{dB}) = |20 \log_{10}(\lambda^2 / (8\pi h_b h_m))| \quad (3.4)$$

Với λ là bước sóng (m); h_m và h_b là chiều cao tương ứng của trạm cơ sở và trạm đích người dùng (m); d là khoảng cách từ trạm cơ sở đến trạm đích (m).

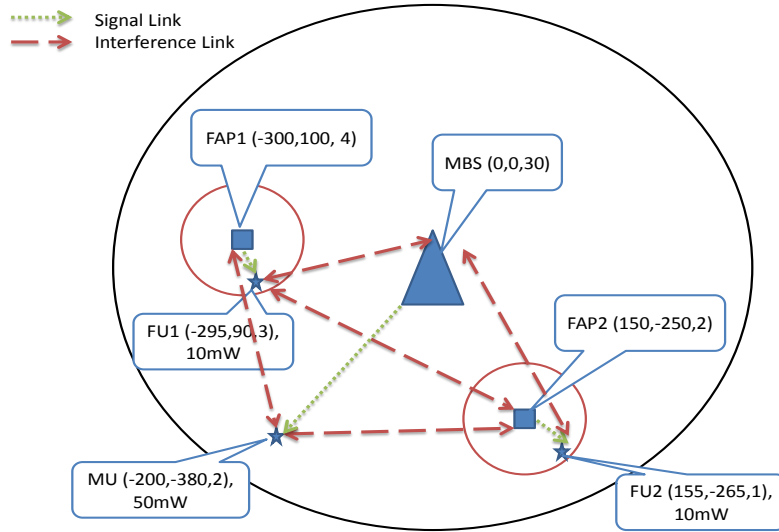
Mô hình ITU P.1238 được dùng để mô hình cho sự mất mát đường truyền trong nhà, nơi mà giữa trạm cơ sở và trạm đích có đồ đạc, tường, cửa sổ, hay cửa ra vào. Biểu diễn của mô hình được đưa ra như sau:

$$L(\text{dB}) = 20 \log_{10}(f) + N \log_{10}(d) + L_f(n) - 28 \quad (3.5)$$

Với N là hệ số mất mát công suất theo khoảng cách; f là tần số hoạt động (MHz); d là khoảng cách giữa trạm cơ sở và thiết bị người dùng (với $d > 1\text{m}$); L_f là hệ số mất mát khi truyền qua sàn nhà (dB); n là số lượng sàn nhà giữa trạm cơ sở và trạm đích ($n \geq 1$). Trong luận văn này sử dụng các tham số sau để mô phỏng: $N = 28$, $L_f(n) = 4n$ và $n = 1$ cho khu vực nhà dân.

3.2. Phương pháp tính toán SINR cho UE

Trong phần này luận văn sẽ sử dụng các mô hình mất mát đường truyền chuẩn hóa được trình bày ở chương trước để đưa ra một ví dụ cho cách tính toán SINR cho thiết bị người dùng.



Hình 3.1. Mô hình tính toán SINR cho UE

Hình 3.1 mô tả một hệ thống di động tế bào đơn giản với chỉ một trạm cơ sở MBS và hai trạm truy cập femtocell FAP là FAP1 và FAP2. Trong mỗi vùng phủ của FAP, FAP chỉ có một người dùng FU, FU1 được quản lý bởi FAP1 và FU2 được quản lý bởi FAP2. Trong vùng phủ của MBS cũng chỉ có một người dùng MU. Chi tiết về vị trí và công suất truyền xuống được mô tả như trong hình. Giả sử rằng các FAP và FU là các thiết bị hoạt động bên trong các tòa nhà, và MBS và MU là các thiết bị hoạt động ở ngoài trời.

Giả sử rằng tất cả các trạm đều đang dùng chung kênh truyền, do đó các kênh truyền có thể gây nhiễu đến nhau. Luận văn sẽ tính toán giá trị SINR của người dùng MU theo các bước sau:

Khoảng cách từ MU đến MBS là: $d = \sqrt{(-200 - 0)^2 + (-380 - 0)^2 + (2 - 30)^2} = 430.330$ (m)

Vị trí của MU với MBS là nhỏ hơn 1000m do đó chúng ta sẽ xem xét trường hợp này là gần với trạm cơ sở. Chúng ta sẽ sử dụng mất mát đường truyền theo mô hình P.1441 với biểu thức 5.3 là (mô hình mất mát đường truyền outdoor to outdoor):

$$L(\text{dB}) = \begin{cases} L_{\text{bp}} + 20\log_{10}(d/R_{\text{bp}}) & \text{for } d \leq R_{\text{bp}} \\ L_{\text{bp}} + 40\log_{10}(d/R_{\text{bp}}) & \text{for } d > R_{\text{bp}} \end{cases}$$

Với khoảng cách ngắt (breakpoint distance) là $R_{\text{bp}} = 4h_b h_m / \lambda = 4 \cdot 30 \cdot 2 / (3 \cdot 10^8 / (2 \cdot 10^6)) = 1.6$, và giá trị mất mát cơ sở cho truyền dẫn ở khoảng cách ngắt là:

$$L_{bp}(dB) = |20\log_{10}(\lambda^2/(8\pi h_b h_m))| = 23.480 \text{ (dB)}$$

Chúng ta có $d > R_{bp}$:

$$L(dB) = 23.480 + 40\log_{10}(430.330/1.6) = 120.68 \text{ (dB)}$$

$$\text{Công suất tín hiệu nhận được tại MU } P_s = \frac{50}{10^{-10}} = 4.275e-11 \text{ (mW)}$$

Công suất nhiễu nhận được từ FAP1 đến MU được tính như sau:

$$\text{Khoảng cách từ FAP1 đến MU là: } d = \sqrt{(-300 + 200)^2 + (100 + 380)^2 + (4 - 2)^2} = 490.3101 \text{ (m)}$$

Chúng ta sẽ sử dụng biểu thức 5.3 của mô hình P.1441 cho mô hình mất mát đường truyền indoor to outdoor.

$$L(dB) = \begin{cases} L_{bp} + 20\log_{10}(d/R_{bp}) & \text{for } d \leq R_{bp} \\ L_{bp} + 40\log_{10}(d/R_{bp}) & \text{for } d > R_{bp} \end{cases}$$

Với khoảng cách ngắt $R_{bp} = 4h_b h_m / \lambda = 0.213 \text{ (m)}$, chúng ta sẽ lấy giá trị $R_{bp} = 1$ và giá trị mất mát cơ sở cho truyền dẫn ở khoảng cách ngắt với giá trị wall loss là 25dB là:

$$L_{bp}(dB) = |20\log_{10}(\lambda^2/(8\pi h_b h_m))| = 79.0229 \text{ (dB)}$$

$$\text{Do đó mất mát đường truyền } L(dB) = 79.0229 + 40\log_{10}(d/1) + \text{External wall loss} = 211.6229 \text{ (dB)}$$

$$\text{Do đó công suất nhiễu nhận được } I_1 = \frac{10}{10^{-10}} = 6.882e-21 \text{ (mW)}$$

Công suất nhiễu nhận được từ FAP2 được tính toán tương tự:

$$\text{Khoảng cách từ FAP2 đến MU là: } d = \sqrt{(150 + 200)^2 + (-250 + 380)^2 + (2 - 2)^2} = 373.363 \text{ (m)}$$

Chúng ta sẽ sử dụng biểu thức 5.3 của mô hình P.1441 cho mô hình mất mát đường truyền indoor to outdoor.

$$L(dB) = \begin{cases} L_{bp} + 20\log_{10}(d/R_{bp}) & \text{for } d \leq R_{bp} \\ L_{bp} + 40\log_{10}(d/R_{bp}) & \text{for } d > R_{bp} \end{cases}$$

Với khoảng cách ngắt $R_{bp} = 4h_b h_m / \lambda = 0.107 \text{ (m)}$, chúng ta sẽ lấy giá trị $R_{bp} = 1$ và giá trị mất mát cơ sở cho truyền dẫn ở khoảng cách ngắt với giá trị wall loss là 25dB là:

$$L_{bp}(\text{dB}) = |20\log_{10}(\lambda^2/(8\pi h_b h_m))| = 47 \text{ (dB)}$$

Do đó mất mát đường truyền $L(\text{dB}) = 47 + 40\log_{10}(d/1) + \text{External wall loss} = 174.88$ (dB)

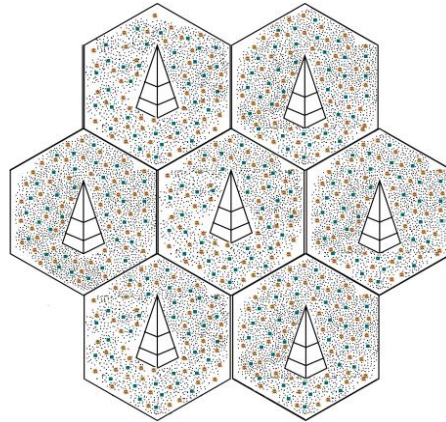
Do đó công suất nhiễu nhận được $I_2 = \frac{10}{10^{-10}} = 3.250e-17$ (mW)

Vậy ta có giá trị SINR của MU là:

$$\text{SINR}_{\text{MU}} = 10\log_{10}\left(\frac{P_s}{I_1+I_2}\right) = 10\log_{10}\left(\frac{4.275e-11}{6.882e-21 + 3.250e-17}\right) = 61.2 \text{ (dB)}$$

Chúng ta có thể nhận thấy rằng tín hiệu đường truyền xuống của MU đạt đủ yêu cầu chất lượng dịch vụ kênh truyền 10 dB. Giá trị SINR của FU1 và FU2 được tính toán theo cách tương tự như các bước ở trên.

3.3. Mô phỏng và phân tích kết quả



Hình 3.2. Mô hình mạng di động tế bào 7-cell

Chương trình mô phỏng của luận văn được phát triển dựa trên nguyên lý mô phỏng sự kiện rời rạc. Các kịch bản mô phỏng đều sử dụng mô hình mô phỏng 7-cell như hình 3.2. Chương trình có thể mở rộng với số lượng macrocell nhiều hơn nhưng do thời gian chạy mô phỏng rất dài và cần có máy tính hiệu năng cao, do vậy sử dụng mô hình 7-cell sẽ phù hợp với điều kiện hiện có. Mỗi trạm cơ sở MBS được thiết lập có vùng phủ sóng rộng 500m và chiều cao của antenna là 30m. Người dùng MU và các trạm truy cập FAP sẽ được phân bố ngẫu nhiên trong mỗi vùng phủ sóng của các trạm cơ sở MBS. Các trạm cơ sở MBS và các trạm truy cập FAP sẽ cấp phát các kênh truyền xuống phục vụ cho người dùng di động theo như các cơ chế cấp kênh truyền trong bài báo [18]. Trong bài báo [18], cơ chế CFAP-based được dùng để cấp phát

kênh truyền xuống cho người dùng FU, và cơ chế MBS-based dùng để cấp phát kênh truyền xuống cho người dùng MU. Cơ chế CFAP-based và cơ chế MBS-based hoạt động dựa theo công nghệ vô tuyến nhận thức, công nghệ này cho phép các trạm MBS hay FAP có thể thu thập thông tin về mức độ nhiễu trên các kênh truyền, để từ đó đưa ra quyết định cấp phát kênh truyền xuống tốt nhất cho người dùng.

Mỗi trạm FAP có vùng phủ sóng là 15m và chiều cao antenna có giá trị ngẫu nhiên từ 1m đến 5m. Trong các kịch bản mô phỏng, luận văn đều giả sử rằng các trạm MBS và các trạm FAP sử dụng chung phổ tần số, và quản lý cùng số lượng kênh truyền xuống $N^C = 100$. Giả sử mỗi kênh truyền xuống được cấp phát cho người dùng MU hay FU trong một MBS hay FAP là duy nhất trong thời gian cung cấp dịch vụ cho người dùng. Dải công suất truyền cho mỗi đường truyền xuống của MBS là từ 1mW đến 200mW, và dải công suất truyền cho mỗi đường truyền xuống của FAP là từ 1mW đến 125mW. Khi cấp phát kênh truyền xuống mới cho người dùng, các trạm MBS và trạm FAP sẽ tính toán tối ưu công suất truyền dựa theo yêu cầu chất lượng dịch vụ trên mỗi đường truyền xuống. Yêu cầu chất lượng dịch vụ cho mỗi đường truyền xuống đối với người dùng MU và FU là 10dB. Số lượng người dùng phục vụ tối đa trên mỗi trạm MBS và trạm FAP sẽ được lựa chọn theo từng kịch bản mô phỏng.

Trong các kịch bản mô phỏng, giả sử hướng di chuyển của người dùng là không đổi với hướng di chuyển ngẫu nhiên ban đầu. Vận tốc di chuyển của người dùng FU và MU đều được thiết lập ngẫu nhiên từ 0 m/s đến 10 m/s. Các giá trị vận tốc ngưỡng dùng trong các cơ chế quyết định chuyển giao dựa vào vận tốc, và cơ chế quyết định chuyển giao mới là $V_{th1} = 4.2$ m/s (tương đương với 15 km/h) và $V_{th2} = 8.3$ m/s (tương đương với 30 km/h) [28].

Các kịch bản sẽ mô phỏng hệ thống thời gian thực trong thời gian 30 phút. Người dùng FU và MU sẽ xuất hiện ngẫu nhiên theo tiến trình Poisson với giá trị tốc độ cuộc gọi đến tương ứng là 1 cuộc gọi/phút và 5 cuộc gọi/phút. Thời gian hoạt động của người dùng MU và FU được thiết lập ngẫu nhiên theo phân bố mũ với giá trị trung bình là 180 giây.

Giả sử rằng các trạm CFAP và người dùng FU đều là các thiết bị trong nhà, trong khi các trạm MBS và người dùng MU là các thiết bị ngoài trời. Các mô hình mất mát đường truyền tín hiệu được sử dụng trong mô phỏng theo các mô hình chuẩn hóa của

ITU trong bảng 3.1, các mô hình này được sử dụng cho việc tính toán chất lượng tín hiệu thu được SINR.

Trong các kịch bản mô phỏng, luận văn sẽ thống kê số liệu về tổng số lượng chuyển giao trong hệ thống. Luận văn sẽ dựa vào tham số này để đánh giá hiệu năng của các cơ chế quyết định thực hiện quá trình chuyển giao đã được trình bày ở chương trước.

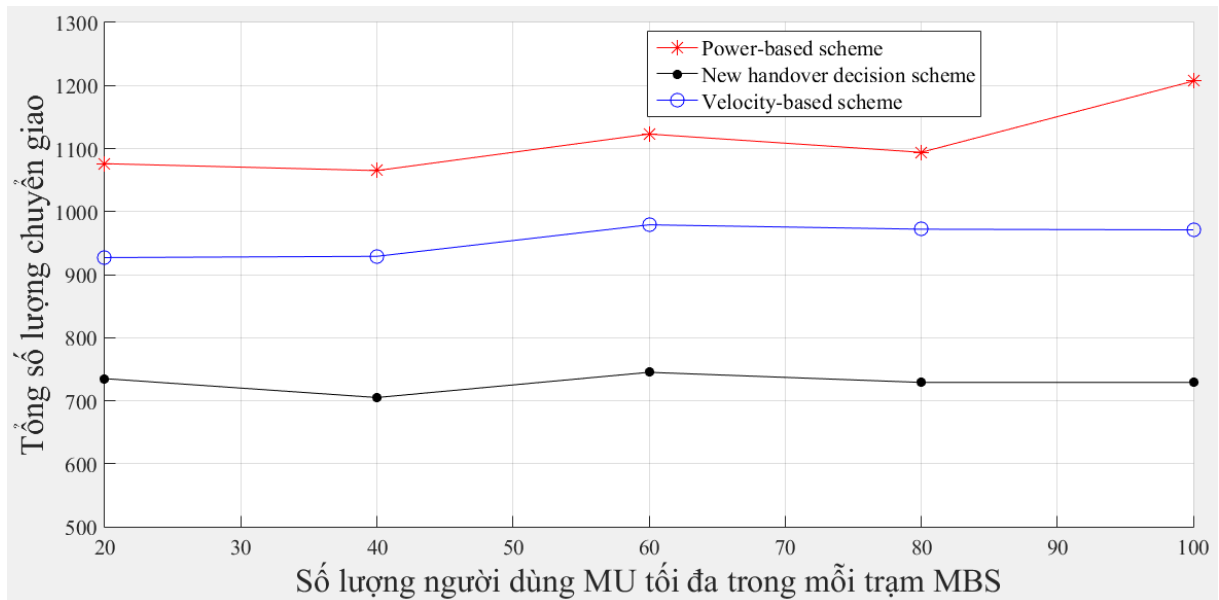
Các thông số mô phỏng được tóm tắt lại như trong bảng 3.2 dưới đây.

Bảng 3.2. Bảng tóm tắt các thông số mô phỏng

Các tham số mô phỏng	Giá trị
Mô hình mạng	7-cell
Bán kính vùng phủ sóng của MBS	500m
Bán kính vùng phủ sóng của CFAP	15m
Dải công suất phát trên mỗi kênh truyền của MBS	1mW to 200mW [26]
Dải công suất phát trên mỗi kênh truyền của CFAP	1mW to 125mW [26]
Chiều cao của người dùng FU và MU	1m to 3m
Chiều cao của trạm MBS (h_b)	30m
Chiều cao của trạm FAP (h_m)	1m to 5m
Số lượng kênh truyền của hệ thống	100
Ngưỡng chất lượng tín hiệu thu được SINR yêu cầu cho mỗi kênh truyền xuống đối với người dùng MU	10dB
Ngưỡng chất lượng tín hiệu thu được SINR yêu cầu cho mỗi kênh truyền xuống đối với người dùng FU	10dB
Ngưỡng chất lượng tín hiệu thu được SINR cho sự ngắt dịch vụ	3dB or 5dB
Ngưỡng vận tốc V_{th1}	15 km/h [27]
Ngưỡng vận tốc V_{th2}	30 km/h [27]
Tốc độ cuộc gọi đến đối với FU	1 cuộc gọi/phút
Tốc độ cuộc gọi đến đối với MU	5 cuộc gọi/phút
Độ lệch chuẩn mất mát cho đường truyền trong nhà đến trong nhà	4dB [28]
Độ lệch chuẩn mất mát cho đường truyền trong nhà đến ngoài trời	12dB [28]
Độ lệch chuẩn mất mát cho đường truyền ngoài trời đến ngoài trời	8dB [28]
Độ lệch chuẩn mất mát cho đường truyền ngoài trời đến trong nhà	10dB [28]

Hai kịch bản mô phỏng sau đây sẽ được sử dụng để đánh giá hiệu năng của các cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao:

- Số lượng trạm FAP trong mỗi MBS là 20
- Số lượng người dùng MU tối đa trong mỗi MBS là 50



Hình 3.3. Số lượng trạm FAP trong mỗi MBS là 20

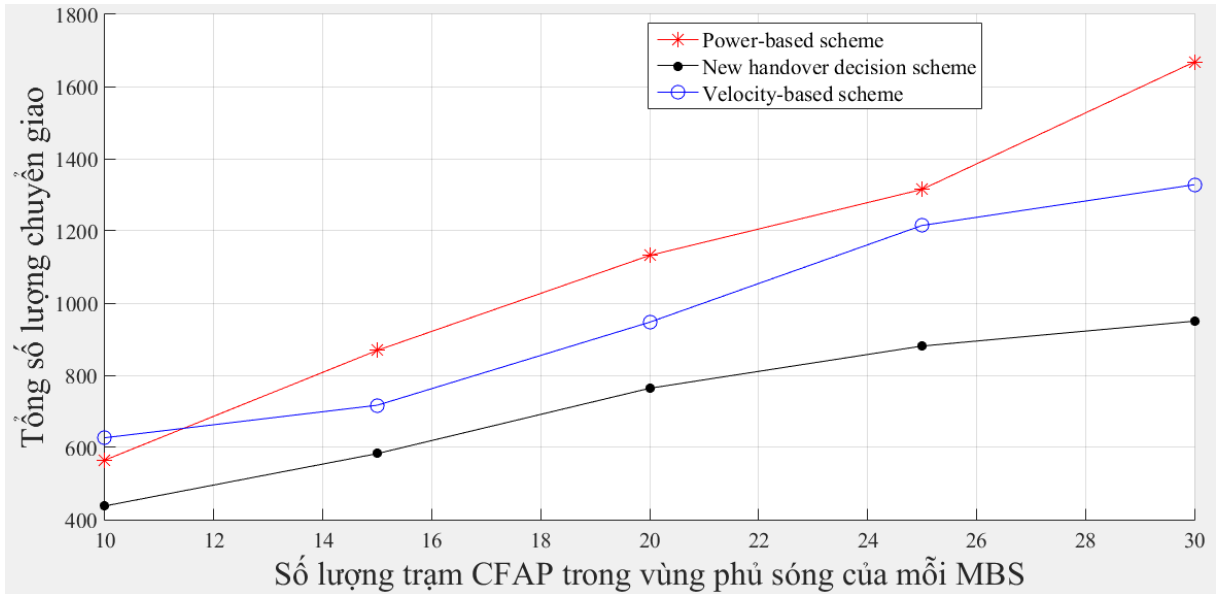
Trong kịch bản mô phỏng đầu tiên, luận văn sẽ thống kê tổng số lần chuyển giao của từng cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao, trong trường hợp số lượng trạm FAP trong mỗi vùng phủ sóng của MBS là 20. Dải công suất truyền cho mỗi đường truyền xuống của MBS là từ 1mW đến 200mW, và dải công suất truyền cho mỗi đường truyền xuống của FAP là từ 1mW đến 125mW. Mỗi trạm FAP có thể phục vụ cùng lúc số lượng người dùng FU tối đa là 10% so với tổng số lượng kênh truyền của hệ thống, trong khi mỗi trạm MBS có thể phục vụ số lượng người dùng MU tối đa thay đổi từ 20 đến 100. Ngưỡng yêu cầu chất lượng dịch vụ cho mỗi kênh truyền xuống đối với người dùng MU và FU là 10dB. Mức ngưỡng chất lượng tín hiệu thu được SINR cho sự ngắt dịch vụ là 3dB cho các dịch vụ thường.

Như hình 3.3, cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới (New handover decision scheme) có số lần thực hiện chuyển giao thấp hơn đáng kể, khi so sánh với cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu nhận được (Power-based scheme), và cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển (Velocity-based scheme). Cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu luôn giữ tổng số lần thực hiện chuyển giao dao động trong dải giá trị từ 1070 đến 1200. Trong khi đó cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển luôn giữ hệ thống hoạt động có số lần thực hiện chuyển giao biến đổi trong khoảng giá trị từ 930 đến 980. Khi hệ thống sử dụng cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới, và ở cùng điều kiện các tham số đầu vào hệ thống,

tổng số lần thực hiện chuyển giao của toàn hệ thống chỉ giao động trong khoảng giá trị từ 700 đến 750.

Hiệu năng của cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới là tốt hơn hai cơ chế còn lại, điều đó có thể giải thích do cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới đã kết hợp một cách hiệu quả các tham số của hệ thống, các tham số đó là cường độ tín hiệu hoa tiêu nhận được, thông tin về vận tốc di chuyển của người dùng, và chất lượng tín hiệu thu được SINR trên đường truyền phục vụ của người dùng. Với thông tin về vận tốc di chuyển của người dùng, hệ thống có thể giảm bớt những lần thực hiện chuyển giao vào các trạm FAP không cần thiết cho những người dùng có vận tốc di chuyển cao, bởi thời gian kết nối của người dùng tới trạm FAP đích sẽ rất ngắn và sau đó lại nhanh chóng thực hiện chuyển giao tới một trạm phục vụ khác. Với thông tin về chất lượng tín hiệu thu được SINR, đường kết nối của người dùng tới trạm FAP phục vụ hiện thời sẽ được kéo dài lâu nhất có thể, việc kết nối sẽ kéo dài cho đến khi chất lượng tín hiệu thu được SINR giảm xuống dưới mức ngưỡng không thể đáp ứng dịch vụ cho người dùng. Với thông tin về chất lượng tín hiệu thu được SINR, hệ thống sẽ giảm bớt được những lần thực hiện chuyển giao tới các trạm FAP đích không cần thiết trong trường hợp mật độ trạm FAP trong vùng phủ của MBS là dày đặc, trong khi đó chất lượng tín hiệu thu được trên kênh truyền đang sử dụng của người dùng vẫn được đảm bảo tốt nhất. Nhờ việc sử dụng tham số vận tốc di chuyển của người dùng để phục vụ cho việc tính khoảng thời gian người dùng đã kết nối tới trạm đang phục vụ, mà hệ thống có thể tăng thời gian sử dụng của quả pin của thiết bị người dùng, do những quá trình thực hiện chuyển giao không cần thiết ở những nơi vùng phủ sóng giao nhau giữa các trạm phục vụ. Trong trường hợp người dùng di chuyển ở những nơi vùng phủ sóng giao nhau, số lần thực hiện chuyển giao không cần thiết sẽ gia tăng đáng kể do cường độ tín hiệu hoa tiêu với trạm đích và trạm phục vụ là không ổn định, với thông tin về khoảng thời gian người dùng đã kết nối tới trạm đang phục vụ, hệ thống sẽ đợi và thực hiện quá trình chuyển giao khi người dùng đi sâu vào vùng phủ sóng của trạm đích. Với cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu nhận được, hệ thống có số lần thực hiện chuyển giao là nhiều nhất, đó bởi vì cường độ tín hiệu hoa tiêu nhận được là không đủ chính xác trong trường hợp cường độ tín hiệu hoa tiêu nhận được bị ảnh hưởng do nhiễu nhiệt, nhiễu đường truyền, nhiễu đa đường, nhiễu do vướng vật cản, ...vv.

Từ hình 3.3, kết quả mô phỏng cũng chỉ ra rằng sự gia tăng số lượng người dùng MU tối đa có thể được phục vụ bởi mỗi trạm MBS là không ảnh hưởng nhiều lắm đến hiệu năng của hệ thống, đặc biệt là tổng số lần thực hiện chuyển giao trong toàn hệ thống.



Hình 3.4. Số lượng người dùng MU tối đa trong mỗi MBS là 50

Trong kịch bản mô phỏng thứ hai này, luận văn sẽ thống kê tổng số lần chuyển giao của từng cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao, trong trường hợp số lượng người dùng MU tối đa trong mỗi MBS là 50. Dải công suất truyền cho mỗi đường truyền xuống của MBS là từ 1mW đến 200mW, và dải công suất truyền cho mỗi đường truyền xuống của FAP là từ 1mW đến 125mW. Số lượng trạm FAP trong mỗi vùng phủ của trạm MBS thay đổi từ 10 đến 30. Mỗi trạm FAP có thể phục vụ cùng lúc số lượng người dùng FU tối đa là 10% so với tổng số lượng kênh truyền của hệ thống, trong khi mỗi trạm MBS có thể phục vụ số lượng người dùng MU tối đa là 50. Ngưỡng yêu cầu chất lượng dịch vụ cho mỗi kênh truyền xuống đối với người dùng MU và FU là 10dB. Mức ngưỡng chất lượng tín hiệu thu được SINR cho sự ngắt dịch vụ là 3dB cho các dịch vụ thường.

Như hình 3.4, cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới (New handover decision scheme) có số lần thực hiện chuyển giao thấp hơn rất nhiều, khi so sánh với cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu nhận được (Power-based scheme), và cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển (Velocity-based scheme). Cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới có

tổng số lần thực hiện chuyển giao là 764 khi hệ thống có 20 trạm FAP trong mỗi vùng phủ của trạm MBS, và 950 lần chuyển giao khi hệ thống có 30 trạm FAP trong mỗi vùng phủ của trạm MBS. Trong khi đó, cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào vận tốc di chuyển có số lần thực hiện chuyển giao là 947 khi hệ thống có 20 trạm FAP trong mỗi vùng phủ của trạm MBS, và số lần chuyển giao tăng nhanh chóng lên 1328 khi hệ thống có 30 trạm FAP trong mỗi vùng phủ của trạm MBS. Khi hệ thống sử dụng cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu, số lần chuyển giao tăng lên mức 1132 khi hệ thống có 20 trạm FAP trong mỗi vùng phủ của trạm MBS, và lên đến 1668 khi hệ thống có 30 trạm FAP trong mỗi vùng phủ của trạm MBS.

Từ các kết quả mô phỏng đạt được, luận văn thấy rằng số lượng trạm FAP trong mỗi vùng phủ của trạm MBS, hay mật độ triển khai các trạm FAP trong các vùng phủ của trạm MBS ảnh hưởng rất lớn đến hiệu năng của hệ thống. Số lượng các trạm FAP tăng lên càng nhiều thì số lượng chuyển giao trong toàn hệ thống cũng tăng lên nhanh chóng. Tuy nhiên với cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới, hệ thống có thể giảm đi đáng kể số lần thực hiện chuyển giao, qua đó tăng cao hiệu năng của toàn hệ thống.

Chương 4. KẾT LUẬN

4.1. Kết luận

Trong luận văn này luận văn đã trình bày tổng quan về mạng di động LTE và mạng di động LTE - Femtocell. Luận văn cũng đã đưa ra những động lực cho hệ thống mạng LTE hiện tại cần thiết phải tích hợp công nghệ femtocell, và hướng giải quyết của những nhà nghiên cứu về vấn đề quản lý di động trong mạng di động LTE - Femtocell. Công nghệ femtocell hứa hẹn sẽ giải quyết những vấn đề mạng yếu ở rìa vùng phủ sóng, và giảm tải cho hệ thống mạng vĩ mô macrocell. Những ảnh hưởng tiêu cực song hành cùng với sự triển khai của công nghệ femtocell, chính là sự gia tăng nhanh chóng thiết bị người dùng kết nối đến hệ thống mạng, điều đó làm cho việc quản lý di động cho những thiết bị di chuyển gặp nhiều khó khăn. Chuyển giao là một phần quan trọng trong quá trình quản lý di động, số lượng chuyển giao sẽ gia tăng nhanh chóng khi người dùng di động di chuyển liên tục trong hệ thống mạng, do đó số lượng chuyển giao gây ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu năng hệ thống và chất lượng dịch vụ của hệ thống mạng. Luận văn cũng trình bày các tham số được các nhà nghiên cứu sử dụng trong các cơ chế quyết định thực hiện quá trình chuyển giao. Cùng với đó là những cơ chế quyết định thực hiện quá trình chuyển giao điển hình cũng được nêu ra và phân tích.

Việc di chuyển thường xuyên của người dùng và sự phân bố ngẫu nhiên của các trạm femtocell, dẫn đến những vấn đề quan trọng trong việc quản lý nhiễu cho hệ thống mạng LTE - Femtocell và quản lý chất lượng dịch vụ cho người dùng. Do đó để quản lý di động và quản lý chất lượng dịch vụ cho người dùng một cách hiệu quả, luận văn đã đề xuất một cơ chế mới cho quá trình quyết định thực hiện chuyển giao. Cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới sẽ vừa giúp hệ thống giảm số lượng chuyển giao không cần thiết, và đồng thời đảm bảo được chất lượng dịch vụ người dùng thông qua chất lượng tín hiệu thu được SINR. Thông qua mô phỏng luận văn đạt được kết quả khả quan cho cơ chế mới này. Kết quả chỉ ra rằng cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao mới có số lượng chuyển giao được giảm đi đáng kể, khi so sánh với hai cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao đã được đề xuất trước đây, đó là cơ chế quyết định thực hiện chuyển giao dựa vào cường độ tín hiệu hoa tiêu và dựa vào tốc độ di chuyển của người dùng.

4.2. Công việc trong tương lai

Tiếp nối cho công trình này, tôi sẽ tập trung nghiên cứu cho những vấn đề quản lý nhiễu di động đường lên trong hệ thống mạng di động LTE - Femtocell. Đồng thời tôi cũng sẽ tiếp tục phát triển chương trình mô phỏng để tạo ra giao diện thân thiện dễ dùng, và trở thành một chương trình mô phỏng hệ thống truyền thông di động tiêu chuẩn cho hệ thống mạng di động LTE - Femtocell.

Chương 5. DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/4G>.
- [2] <http://www.keysight.com/main/editorial.jspx?ckey=1803101&id=1803101&lc=eng&cc=MY>
- [3] http://www.4gon.co.uk/solutions/introduction_to_4g.php
- [4] Rose Qingyang Hu, Yi Qian, “Heterogeneous Cellular Networks”, IEEE PRESS, pp 1–3,
- [5] <http://www.airvana.com/technology>.
- [6] <http://eandt.theiet.org/magazine/2011/04/femtocells.cfm>
- [7] <http://www.wirelessweek.com/article/2013/04/lte-advanced-and-small-cells-techniques-tiered-deployment-approach>
- [8] Dharma P. Agrawal, “Femtocells: Introduction and Research Issues”
- [9] <https://ehsaan.net/home-enb-great-opportunity-for-3gpp-lte/>
- [10] 3GPP, Mobile Competence Centre. “The Evolved Packet Core”. In: [online]. [cit.2015-04-30]. <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/100-the-evolved-packet-core>
- [11] YU, Jingjie, Mugen PENG a Yue LI. “A physical cell identity selforganization algorithm in LTE-advanced systems”. 7th International Conference on Communications and Networking in China, 2012.
- [12] <http://www.telecom-cloud.net/10-cloud-centric-advances-with-lte/>
- [13] Saurabh Patel, Malhar Chauhan, and Kinjal Kapadiya, “5G: Future Mobile Technology-Vision 2020”, International Journal of Computer Applications, September 2012.
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_radio
- [15] <http://www.pewinternet.org/2015/04/01/us-smartphone-use-in-2015/>
- [16] D. Xenakis, N. Passas, L. Merakos, and C. Verikoukis. “Mobility management for femtocells in lte-advanced: Key aspects and survey of handover decision algorithms”. In Communications Surveys Tutorials, IEEE, pp 64–91.
- [17] Kien Duc Nguyen, Hoang Nam Nguyen, Hiroaki Morino and Iwao Sasase, “Uplink Channel Allocation Scheme and QoS Management Mechanism for Cognitive Cellular-Femtocell Networks”, JCNIS, April 2014, pp. 62-69.

- [18] Van-Toan Nguyen, Kien Duc Nguyen, Hoang Nam Nguyen, Keattisak Sripimanwat, “Downlink Channel Allocation Scheme Deploying Cooperative Spectrum Monitoring for Cognitive Cellular-Femtocell Networks”, *Journal of Networks*, Jun 2015, Vol 10, No 6 (2015), pp. 338-343.
- [19] <http://article.sapub.org/10.5923.j.ijnc.20120204.02.html>
- [20] 3GPP-TS36.300 v8.5.0, “E-UTRAN Overall Description”. 2008.
- [21] Jung-Min Moon and Dong-Ho Cho, “Efficient handoff algorithm for inbound mobility in hierarchical macro/femto cell networks”. In *Communications Letters, IEEE*, October 2009, pp 755–757.
- [22] Ardian Ulvan, Robert Bestak, and Melvi Ulvan. “Handover scenario and procedure in lte-based femtocell networks”. In *UBICOMM 2010, The Fourth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies*, pp 213–218.
- [23] Peng Xu, Xuming Fang, Jun Yang, and Yaping Cui. “A user’s state and sinrbased handoff algorithm in hierarchical cell networks”. In *xu2010user*, editor, *Wireless Communications Networking and Mobile Computing (WiCOM), 2010 6th International Conference on*, pp 1–4. IEEE, 2010
- [24] Z. Becvar and P. Mach. “Adaptive hysteresis margin for handover in femtocell networks”. In *Wireless and Mobile Communications (ICWMC), 2010 6th International Conference*, pp 256–261.
- [25] Dionysis Xenakis, Nikos Passas, and Christos Verikoukis. “An energy-centric handover decision algorithm for the integrated lte macrocell–femtocell network”. In *Computer Communications*, pp 1684–1694.
- [26] The femto forum, White Paper “Interference Management in UMTS Femtocells”, December 2008.
- [27] Shih-Jung Wu, “A New Handover Strategy between Femtocell and Macrocell for LTE-based Network”, *Fourth International Conference on Ubi-Media Computing*, July 2011, pp 203 – 208.
- [28] D. C. Oh, H. C. Lee and Y. H. Lee, “Cognitive Radio Based Femtocell Resource Allocation”, *ICTC2010*, Nov 2010, pp 274-279.